حرارتی انجنوں کا نظریہ

برائے

بی۔اے

سلسلۂ نصابیات علمیہ جامعۂ عثمانیہ

نشان (۳۷۰)

حرارتی انجنوں کا نظریہ

THE THEORY OF HEAT ENGINES

برائے

بی۔ ای

مصنفہ

ولیم انچلے

بی۔ ایس سی۔ اے۔ ایم۔ آئی۔ میک۔ ای

سابق لکچرار انجینیری یونیورسٹی کالج ناٹنگھم

مترجمہ

مولوی مرزا مہدی علی صاحب بی۔ ای

سابق لکچرار کلیۂ انجینیری جامعۂ عثمانیہ

سنہ ۱۳۶۷ھ م سنہ ۱۳۵۷ف م سنہ ۱۹۴۸ء

مطبوعہ

دار الطبع جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی حیدرآباد دکن

یہ کتاب مسرز لانگمنس گرین اینڈ کمپنی کی اجازت سے
اردو میں ترجمہ کر کے طبع و شایع کی گئی ہے۔

تعداد طبع اوّل .... (۵۰۰)

دیباچہ

حرارتی انجنوں کے نظریہ پر یہ کتاب جو خاص طور سے انجینیری کے طلبہ کے لیے لکھی گئی ہے جامعہ اور مماثل امتحانات کی نصابی ضرورت کو پورا کرتی ہے۔ انسٹیٹیوشن آف سیول انجینیرز، انسٹیٹیوشن آف میکانیکل انجینیرز، سٹی اینڈ گلڈس آف لندن انسٹیٹیوٹ اور بورڈ آف ایجوکیشن کے امتحانوں کی تیاری کرنے والے طلبہ کے لیے یہ کتاب موزوں ثابت ہوگی، نیز اس انجینیر کے واسطے جو حرارتی انجنوں کے نظریہ کے متعلق پوری واقفیت حاصل کرنا چاہتا ہو یہ مفید ثابت ہوگی۔

مصنف کو اس امر کا احساس ہے کہ اس موضوع پر ایک اور کتاب کے اضافہ کرنے کے لیے کسی عذر خواہی کی ضرورت نہیں، کیونکہ ایسی تصنیفیں بہت ہی کم ہیں جن میں اس موضوع پر بہ لحاظ کل پوری بحث کی گئی ہو، البتہ ایسی کئی عمدہ تصنیفیں موجود ہیں جن میں زیر بحث موضوع کے ایک یا دو خاص شاخوں پر بحث کی گئی ہے۔ اس تصنیف میں موضوع کے میکانی اور حرکیاتی اصول کو مجمل اور مکمل طور پر پیش کرنے کی کوشش کی گئی ہے اور اسی لیے دانستہ ساری بیانی تفصیلات حذف کردی گئی ہیں۔

اس تصنیف میں کئی عددی مثالیں پوری طرح حل کی گئی ہیں۔ ان سب مثالوں کا بغور مطالعہ کرنا اور ابواب کے آخر میں درج شدہ مثالوں کا حل خود معلوم کرنا طالب علم کے واسطے اصل موضوع پر پوری طرح حاوی ہونے کے لیے ضروری ہے۔ جن مثالوں کے آخر میں جامعۂ لندن لکھا گیا ہے وہ جامعۂ لندن کے امتحان بی۔ ایس سی (انجینیری) کے مختلف پرچہ جات سے لی گئی ہیں۔

اس تصنیف میں جن تحقیقات کا ذکر کیا گیا ہے' ان کے پورے حوالے صراحت
سے درج کیے گئے ہیں۔ خاص کر میکانیکل انجینیرز اور سیول انجینیرز کے انسٹیٹیوشن کی
روئیدادیں اور برطانوی ایسوسی ایشن کی گیسی دھماکوں والی کمیٹی کی رپورٹیں'
جن کے حوالے اجازت سے درج کئے گئے ہیں آزادانہ طریقہ پر تحقیقات کے ذکر کے
سلسلے میں استعمال کئے گئے ہیں۔

مصنف اپنے کئی احباب کا ان کے مفید مشوروں کے لیے شکر گذار ہے'
خاص کر پروفیسر اے۔ مارلے' ام۔ ایس سی' پروفیسر ڈبلیو۔ رابنسن' ام۔ ای' اینز
مسٹر آر۔ ایچ۔ کنگ' بی۔ ایس سی' مسٹر جے۔ ایس۔ رابنسن' بی۔ ایس سی' اور
مسٹر ٹی۔ پی۔ جی۔ اسٹون کا جنھوں نے مہربانی سے کئی عددی مثالوں کی جانچ پڑتال کی
زحمت گوارا کی۔ یہ توقع بیجا ہے کہ یہ تصنیف جس میں کئی عددی مثالیں موجود ہیں' غلطی سے
پاک ہو۔ غلطیوں کی اطلاع یا آیندہ غور وخوض کے لیے مشورے بخوشی قبول کئے جائینگے۔

ولیم۔ا۔ انچلے

یونیورسٹی کالج ناٹنگھم
ستمبر ١٩١٣ء

نئے ایڈیشن کا دیباچہ

مصنف' جو محفوظ فوج میں کمیشن یافتہ عہدہ دار تھا' اگست ١٩١٤ء میں جنگ
چھڑ جانے سے محاذ پر طلب کر لیا گیا اور دسمبر ١٩١٥ء میں وہیں کام آیا۔ اس کی تصنیف کا
نیا ایڈیشن مطلوب ہے' اور بچھڑے ہوے رفیق کار کی یاد کو خراج عقیدت ادا
کرنے کی خاطر میں نے اس کتاب کی تفصیلی جانچ پڑتال اور مختلف قسم کی غلطیوں کی
تصحیح کی جو پہلی اشاعت میں رہ گئی تھیں۔

مسٹر ٹیلفورڈ پیٹری' مسٹر ٹی۔ بیوان اور دوسرے وہ اشخاص شکریہ کے مستحق ہیں'
جنھوں نے اپنی مہربانی سے ان غلطیوں کی نشان دہی کی' جو کتاب کے استعمال کے وقت ظاہر ہوئیں۔

اے۔ مارلے
جنوری ١٩٢٠ء

اس اشاعت میں مختلف ترمیمیں کی گئی ہیں اور ایک ضمیمہ کا اضافہ بھی کیا گیا ہے۔

اے۔ مارلے
ستمبر ١٩٢٥ء

فہرست مضامین

(حرارتی انجنوں کا نظریہ)

پہلا باب

گیسوں کی حرحرکیات اور خواص

(۱ - ۳۹)

دوسرا باب

گرم ہوا کے انجن

(۴۰ تا ۶۹)

تیسرا باب

بھاپ کے خواص

(۷۰ تا ۱۱۸)

چوتھا باب
بھاپ انجن کا نظریہ

(۱۱۹ تا ۱۷۸)

پانچواں باب

بھاپ انجن (بسلسلۂ سابق)

(۱۷۹ تا ۲۳۲)

چھٹا باب

مرکب پھیلاؤ

(۲۳۳ تا ۲۵۶)

ساتواں باب

میکانی تبرید

(۲۵۷ تا ۲۸۷)

آٹھواں باب

منفذوں اور ٹونٹیوں میں سے بھاپ کا بہاؤ

(۲۸۸ تا ۳۱۶)

نواں باب

بھاپ تربین کا نظریہ

(۳۱۷ تا ۳۶۳)

دسواں باب

ہوا فشارندوں اور موٹروں کا نظریہ

(۳۶۴ تا ۳۹۴)

گیارھواں باب
احتراق
(۳۹۵ تا ۴۴۱)

دفعہ — صفحہ

بارھواں باب
انتقال حرارت
(۴۴۲ تا ۴۶۹)

تیرھواں باب
گیس انجن کا نظریہ
(۴۷۰ تا ۵۴۱)

چودھواں باب

اندرونی احتراقی انجن کا نظریہ

حرارت نوعی کو تپش کا خطی تفاعل مان کر

(۵۴۲ تا ۵۷۵)

پندرھواں باب
تیل انجن کا نظریہ
(۵۷۶ تا ۵۹۳)

سولھواں باب
اندرونی احتراقی انجنوں کی آزمائش
(۵۹۴ تا ۶۲۰)

ستر ھواں باب

بھاپ انجن اور جوشارہ کے امتحانات

(۶۲۱ تا ۶۵۰)

اٹھارھواں باب

کواڑی شکلیں اور کواڑی گیرے

(۶۵۱ تا ۷۱۵)

انیسواں باب

مروڑ کے معیار اثر کی شکل

(۷۱۶ تا ۷۵۹)

بیسواں باب

متوازن کرنا

(۷۶۰ تا ۷۹۰)

اکیسواں باب

حاکم

(۷۹۱ تا ۸۲۴)

تمہید

اکائیاں

اس تمہید کے بعض معلومات کا علم تو سب کو ہوگا اور چند ایسے ناظرین بھی ہوں گے جن کو کُل کا علم ہوگا مگر تمہید میں صراحت کی وجہ حوالہ کی سہولت ہے اور طلبہ کو چاہیے کہ حرارتی انجن کے نظریہ کا مطالعہ شروع کرنے کے قبل ان تمام اکائیوں سے بخوبی واقفیت حاصل کریں جو برطانوی اور میتری نظاموں میں دی ہوئی ہیں۔

کام کی اکائیاں ۔ کام کی اکائی برطانوی انجنیر کے پاس فٹ پونڈ ہے۔ یہ کام کی وہ مقدار ہے جو ایک پونڈ وزن کی قوت نے اپنے ہی سمت میں ایک فٹ فاصلے میں عمل کرنے سے کی ہے۔ میتری نظام میں کام کی اکائی وہ مقدار ہے جو ایک کلوگرام کی قوت ایک میٹر فاصلہ میں عمل کرے۔ یہ اکائی کلوگرام میتر کہلاتی ہے۔

حرارت کی اکائیاں ۔ برطانوی حرارتی اکائی (ب ح ا) حرارت کی وہ مقدار ہے جو ایک پونڈ پانی کی تپش میں ۱° ف کا اضافہ کردے

یہ عدد اگ (۷۷۸) فٹ پونڈ کے مساوی ہے - ایک اور دوسری حرارتی اکائی جو برطانوی انجنیروں میں زیادہ مستعمل ہونے لگی ہے وہ مئی حرارتی اکائی (م - ح - ا) ہے - یہ حرارت کی وہ مقدار ہے جو ایک پونڈ پانی کی تپش میں ۱° م کا اضافہ کردے یہ ۷۷۸ × ۱ر۸ یا ۱۴۰۰ فٹ پونڈ کے مساوی ہے

چونکہ پانی کی حرارت نوعی بالکل مستقل اور اکائی کے مساوی نہیں رہتی اس لئے حرارت کی مقدار تپش میں ۱° ف یا ۱° م کا اضافہ کرنے کے لیے اعلیٰ اور ادنیٰ تپشوں پر یکساں نہیں ہوگی لیکن فرق نہایت خفیف ہوتا ہے اس لیے عملی حسابات میں نظرانداز کیا جا سکتا ہے۔

حرارہ - گرام حرارہ مطلوبہ حرارت کی وہ مقدار ہے جو ایک گرام پانی کی تپش میں ۱° م کا اضافہ کردے اور کلو حرارہ وہ مقدار ہے جو ایک کلوگرام پانی کی تپش میں ۱° م کا اضافہ کرے۔

۲۵۲ گرام حرارے ایک ب - ح - ا کے مساوی ہیں اور ایک کلو حرارہ = ۳٫۹۶ ب - ح - ا -

طاقت - طاقت کی اکائی برطانوی انجنیر کے پاس اسپی طاقت ہے جس کے لیے ا - ط لکھتے ہیں جس سے مراد وہ طاقت ہے جو ۵۵۰ فٹ پونڈ فی ثانیہ یا ۳۳۰۰۰ فٹ پونڈ فی منٹ کی شرح سے کام کرنے میں صرف ہو۔

فرانسیسی اسپی طاقت (Force de Cheval) وہ طاقت ہے جو ۷۵ کلوگرام میٹر فی ثانیہ کی شرح سے کام کرنے میں صرف ہو۔ برقی انجنیر کے پاس طاقت کی اکائی واٹ ہے۔ واٹ کام کی وہ شرح ہوتی ہے جب کہ ایک امپیر ایک وولٹ دباؤ کے تحت گزر رہی ہو یعنے جبکہ ایک جول فی ثانیہ کی شرح سے کام ہو رہا ہو - ایک برطانوی اسپی طاقت ۷۴۶ واٹ کے مساوی ہے۔

کلو واٹ - چونکہ واٹ عملی کاموں کے لیے بہت چھوٹی اکائی ہے اس لیے انجنیر کلو واٹ استعمال کرتے ہیں جو ۱۰۰۰ واٹ کے مساوی ہے۔

مجلس تجارت کی اکائی[a]۔ برقی رسد کے لیے مجلس تجارت کی اکائی ایک کلوواٹ گھنٹہ ہے۔ یہ کام کی وہ مقدار ہے جو ایک گھنٹہ میں ایک کلوواٹ کی شرح سے کیا جائے یا ... اجول فی ثانیہ۔

حرارت نوعی۔ حرارت نوعی کی تعریف عموماً ذیل کی نسبت سے کی جاتی ہے۔

حرارت کی وہ مقدار جو ایک شئے کی اکائی کمیت کی تپش کو ۱° بڑھادے

حرارت کی وہ مقدار جو پانی کی اکائی کمیت کی تپش کو ۱° بڑھادے

متذکرہ بالا تعریف پر غور کریں تو معلوم ہوگا کہ حرارت نوعی صرف ایک عدد ہے بلالحاظ ان اکائیوں کے جن میں حرارت کی مقدار ظاہر کی گئی ہے کسی شئے کی حرارت نوعی اکثر برطانوی حرارتی اکائیوں یا فٹ پونڈ دلوں کے عدد میں بھی ظاہر کی جاتی ہے جو اس شئے کے ایک پونڈ کی تپش میں ۱° ف اضافہ کرنے کے لیے مطلوب ہو۔

گیسوں کی حرارت نوعی۔ گیس کی حرارت نوعی مستقل نہیں رہتی (ملاحظہ ہو باب چودھواں) بلکہ یہ تپش کے ساتھ ساتھ بدلتی ہے اس لیے گیسوں کی توانائی کے اکثر تجربات نے نتائج ضوابط کے جدولوں کی شکل میں ظاہر کیے گئے ہیں جن میں حرارت نوعی (گیس کی کمیت حسب بالا اکائی رہے) تپش کے رقوم میں بتلائی گئی ہے اور بہت سے مقاصد کو مدنظر رکھ کر اندرونی توانائی فی اکائی حجم کے رقوم میں ظاہر کرنا زیادہ مناسب ہوگا۔ حرحرکیاتی حسابات میں یہ شکل بہت سہولت پیدا کرتی ہے اور دوسرا فائدہ یہ ہے کہ وہ حقیقی پائی ہوئی مقدار کو ظاہر کرتی ہے اور بہت سی صورتوں میں تپش کی ادنیٰ حد کمرہ کی تپش کے قریب ہوتی ہے۔ تپش کے ساتھ توانائی کے تغیر کی شرح اگر اس طریقہ سے معلوم کی جائے تو وہ بعض اوقات "حقیقی" یا "آنی" "حرارت نوعی

---

[a] Board of Trade Unit.

کہلاتی ہے اور بعض اوقات گیس کی "حرارتی گنجائش"۔ برطانوی اسوسی ایشن[1] کی گیسی دھماکوں[2] کی کمیٹی کی رائے ہے کہ اس مقدار کو "حجمی حرارت" کہیں۔ اگر اس کو اختیار کرلیں تو اس کے مفہوم میں یہ شامل رہے گا کہ گیس کا اکائی حجم لے کر پیمائش مستقل حجم کے تحت کی گئی ہے اور حرارت نوعی کے معنے اس صورت میں حسب معمول شئے کی اکائی کمیت تک محدود رہیں گے ۔ ان کی سفارش کی مزید وجہ یہ ہے کہ حجمی حرارت معیاری صورتوں کے تحت گرام سالمہ کے طرف بھی منسوب ہو سکتی جو تقریباً تمام گیسوں کے لیے یکساں ہے یعنے ۲۲٫۲۵ لیتر اور تپش کا صفر جہاں سے توانائی کا حساب لگایا جاتا ہے ۱۰۰° م ہو تاکہ بھاپ بھی دوسرے گیسوں کیساتھ ایک ہی بنیاد پر رہے۔

کسی گیس کی حجمی حرارت فٹ پونڈ فی مکعب فٹ میں حسب ذیل طور پر ظاہر کی جاتی ہے ـــــ

فی گرام سالمہ حرارے × ۳٫۹۶

چونکہ ایک حرارہ فی گرام سالمہ = ۳٫۹۶ فٹ پونڈ فی مکعب فٹ۔

[1] ملاحظہ ہو اس کمیٹی کی پہلی رپورٹ ۔ سکشن (جی) ڈبلن ۱۹۰۴ء

حرارتی انجنوں کا نظریہ

پہلا باب

گیسوں کی حرحرکیات اور خواص

۱۔ حرحرکیات کا پہلا کلیہ :۔ حرارت اور حیلی توانائی باہمی طور پر تبدل پذیر ہیں اور ان کی مبادلہ کی شرح جول کا معادل ہے —

اس معادل کی قیمت ۷۷۸ فٹ پونڈ ہے (عموماً جو سے تعبیر کیا جاتا ہے) جو ایک برطانوی حرارتی اکائی کے مساوی ہیں یا ۱۴۰۰ فٹ پونڈ ایک مئی حرارتی اکائی کے مساوی ہیں۔ حرارتی انجن حرارتی توانائی کو حیلی توانائی میں تبدیل کرتا ہے اور یہ عمل حیلی توانائی کو حرارتی توانائی میں تبدیل کرنے سے زیادہ دشوار ہے۔ اگر حرارتی انجن رسد کی تمام حرارتی توانائی کو حیلی توانائی میں تبدیل کرتا ہے تو وہ حرارت کی ح اکائیوں کو حیلی توانائی کے جو ح اکائیوں میں تبدیل کریگا۔ جہاں جو جول کے معادل کو تعبیر کرتا ہے۔ چنانچہ اگر ک سے کام کی اکائیاں تعبیر ہوں تو

ک = جو ح

ل ۔ ملاحظہ ہو رابنسن کی کتاب "گیس اور پٹرولیم انجن" یا طبیعیات کی کوئی درسی کتاب۔

کوئی انجن تمام دی ہوئی حرارت کو کام میں تبدیل نہیں کرسکتا جیسا کہ
بعد میں معلوم ہوگا کہ اعظم استعداد (دفعہ ۵۱) ۴۵ فیصد سے کبھی زیادہ نہیں ہوتی
اور بخاراتی انجن کی استعداد اس سے بھی بہت کم ہوتی ہے (ملاحظہ ہو صفحہ ۶۰۳)

کامی سیال۔ تمام حرارتی انجنوں میں کامی سیال یا تو گیس
ہوتی ہے یا بخار۔ اگر ایک مائع کو گیسی حالت میں تبدیل کیا جائے تو وہ بخار کی
شکل اختیار کریگا اور اس کے خواص گیس کے خواص کے مماثل ہونگے۔ تپش میں
جتنی زیادتی ہوگی بخار اتنا ہی گیس کے قریب ہوگا اور حقیقت میں تمام گیسیں
مائعات کے وہ بخارات ہیں جو نقطۂ جوش سے بہت بلند تر تپش پر ہیں۔

معمولی تپشوں پر مستقل تپش کے تحت دباؤ کے ذریعہ تمام بخارات کی
تکثیف یا اماعت کی جاسکتی ہے لیکن تجربہ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ اگر گیس
کی تپش ایک معین تپش سے بلند تر ہو تو اس کی اماعت
صرف دباؤ کے ذریعہ نہیں ہوسکتی۔ اس تپش کو کسی گیس کی
فاصل تپش کہتے ہیں۔ اس لیے جب تک گیس کی تپش اس کی فاصل
تپش سے کم نہ ہوگی اس وقت تک صرف دباؤ کے ذریعہ
اس کی اماعت عمل میں نہ آسکیگی۔ آکسیجن، ہائیڈروجن، نائیٹروجن،
ہوا وغیرہ کی فاصل تپشیں اس قدر پست ہیں کہ حرارتی انجنوں کی تپشوں پر
یہ گیسیں مستقل گیسیں تصور کی جاسکتی ہیں۔

۲۔ مستقل گیسوں کا پہلا اور دوسرا کلیہ

پہلا کلیہ (کلیۂ بوئل) یہ بتلاتا ہے کہ مستقل تپش کے تحت کامل گیس
(۲) کے حجم اور اس کے دباؤ میں تناسب معکوس رہتا ہے اگر دباؤ د سے اور
حجم حم سے تعبیر ہوں تو

$$د \propto \frac{1}{حم}$$

یا

$$د\, حم = مستقل$$

دوسرا کلیہ (کلیۂ چارلس) یہ ظاہر کرتا ہے کہ مستقل دباؤ کے تحت مختلف گیسوں کے مساوی حجم تپش کے یکساں اضافہ سے مساوی طور پر پھیلتے ہیں۔ اور مستقل حجم کے تحت اگر گیس گرم کی جائے تو تپش کے ہر مساوی اضافہ سے دباؤ کا اضافہ باہم مساوی رہیگا۔

مثلاً ۳۲° ف پر اگر گیس کا حجم ۴۹۲ مکعب فٹ ہو تو ۳۱° ف پر ۴۹۱ مکعب فٹ ہو جائیگا اور ۰° ف پر ۴۶۰ ہوگا اور اگر گیس اسی کلیہ کے تحت رہے تو -۴۶۰° ف پر اس کا کوئی حجم نہ رہیگا۔ لیکن حقیقی گیس کی حالت اتنی پست تپش پر پہنچنے کے قبل بدل جائیگی۔

۳۔ مطلق تپش۔ کسی شے کی مطلق تپش اس کی وہ تپش ہوگی جس کا حساب صفر مطلق سے لگایا گیا ہو۔

اگر ت = معمولی پیمانہ کے تپش پیما پر کی تپش

اور ف = مطلق تپش

تب ف = ت + ۴۶۰ فیرنہیٹ پیمانہ پر

اور ف = ت + ۲۷۳ مئی پیمانہ پر

تپش کا مطلق صفر جو متذکرہ بالا دلائل کی رو سے حاصل کیا گیا ہے (-۴۶۰° ف یا -۲۷۳° م) اس تپش کے تقریباً متناظر ہے جو حرحرکیاتی استدلال سے دفعہ ۲۶ میں حاصل کی گئی ہے اور اوپر کی قیمتیں ان حسابات میں کام آتی ہیں جن میں تپش مطلق استعمال کی گئی ہو۔

۴۔ کسی گیس کے دباؤ حجم اور تپش کا تعلق۔ کلیۂ بوئل کی رو سے جبکہ تپش مستقل رہتی ہے تو $و \propto \frac{1}{د}$ اور کلیۂ چارلس کی رو سے اگر حجم مستقل رہے تو $د \propto ت$۔ ان دونوں کلیوں کو ملانے سے گیس کے دیئے ہوئے وزن کے لیے

$د\,حم \propto ت$ یا $د\,حم = سا\,ت$ .... (۱)

جہاں د = مطلق دباؤ فی مربع فٹ پونڈوں میں

حم = حجم مکعب فٹوں میں

ت = مطلق تپش (فیرنہیٹ یا مئی)

سا = ایک مستقل جس کی قیمت اس پیمانہ (فیرنہیٹ یا مئی) پر منحصر ہے جس پر ت ظاہر کیا گیا ہے۔

خشک ہوا کے لیے مستقل سا کی عددی قیمت ۵۳٫۱۸ کے مساوی ہے جبکہ ت فیرنہیٹ پیمانہ پر لی جائے اور وہ حسب ذیل طور پر حاصل ہو سکتی ہے:-

ایک پونڈ ہوا طبعی تپش اور دباؤ کے تحت لو۔ ان صورتوں میں ایک مکعب فٹ ہوا کا وزن ۰٫۰۸۰۷ پونڈ ہوتا ہے۔ اس لیے ایک پونڈ ہوا کا حجم $\frac{1}{۰٫۰۸۰۷}$ یا ۱۲٫۳۹۱ مکعب فٹ ہوگا۔

کرۂ ہوائی کا معیاری دباؤ ۱۴٫۷ × ۱۴۴ یا ۲۱۱۶ پونڈ فی مربع فٹ ہے اور طبعی تپش ۳۲° ف یا ۴۹۲° مطلق ہے اس لیے

$$سا = \frac{د\,حم}{ت}$$

$$= \frac{۱۲٫۳۹۱ \times ۲۱۱۶}{۴۹۲}$$

$= ۵۳٫۱۸$ فٹ پونڈ فی پونڈ ہوا

(۳) ۵۔ مستقل گیسوں کا تیسرا کلیہ: مستقل دباؤ کے تحت کسی گیس کی حرارت نوعی مستقل رہتی ہے۔

فرض کرو $نح_د$ = حرارت نوعی مستقل دباؤ کے تحت

اور $نح_م$ = " " " حجم "

مستقل حجم کے تحت گیس گرم کیے جانے پر کوئی بیرونی کام تو نہیں کرتی۔ اس لیے رسد کی تمام حرارت اندرونی توانائی کو زیادہ کرنے میں صرف ہوتی ہے اور اگر مستقل دباؤ کے تحت گرم کی جائے تو گیس پھیل کر بیرونی کام کریگی جس کی مقدار = دباؤ × حجم کا تغیر۔

فرض کرو ایک پونڈ گیس مستقل دباؤ د کے تحت گرم کی گئی اور اس کی تپش مطلق ت$_1$ سے ت$_2$ تک بڑھائی گئی اور فرض کرو ت$_1$ پر حجم حم$_1$ ہے اور ت$_2$ پر حم$_2$، تب

حرارت جو گیس نے حاصل کی = غ$_د$ (ت$_2$ - ت$_1$)

اور کام جو گیس نے کیا = د (حم$_2$ - حم$_1$)

= ر (ت$_2$ - ت$_1$) دفعہ ۴، (۱) سے

یعنی اندرونی توانائی میں اضافہ = حرارت جو حاصل کی گئی - کیا ہوا کام

= غ$_د$ (ت$_2$ - ت$_1$) - ر (ت$_2$ - ت$_1$)

= (غ$_د$ - ر) (ت$_2$ - ت$_1$) ......(۱)

۶- مستقل گیسوں کا چوتھا کلیہ :- جب کوئی کامل گیس بغیر بیرونی کام کرنے کے پھیلتی ہے اور حرارت نہ لیتی ہے اور نہ دیتی ہے (یعنی اس کی اندرونی توانائی میں کوئی تبدیلی نہ ہو) تو اس کی تپش نہیں بدلتی ـــ عملاً جن حقیقی گیسوں سے سابقہ پڑتا ہے وہ کامل نہیں ہوتیں اور تمام اصلی گیسوں کے لیے یہ کلیہ بالکل صحیح نہیں ہو سکتا چنانچہ لارڈ کلون اور ڈاکٹر جول نے معلوم کیا کہ ایک مسامدار ڈاٹ میں سے اگر ہوا بیرونی کام کیے بغیر پھیلے تو ہر کرۂ ہوائی کے دباؤ کے گھٹاؤ سے اس کی تپش $\frac{1}{273}$ گھٹتی ہے۔ اِس کلیہ کے ذریعے متذکرۂ بالا صورتوں میں ہم دیکھتے ہیں کہ ایک کامل گیس کے دباؤ اور حجم میں بہ ہمہ ان پھیلاؤ کتنا ہی تغیر ہو جائے لیکن اگر اس کی

اندرونی توانائی میں کوئی تغیر نہ ہوگا اس لیے کامل گیس کی اندرونی توانائی صرف اس کی تپش پر منحصر رہتی ہے۔

فرض کرو ایک پونڈ کامل گیس مستقل حجم کے تحت تپش $ت_۱$ مطلق سے تپش $ت_۲$ مطلق ($ت_۲ > ت_۱$) تک گرم کی گئی۔ تب

حرارت جو حاصل کی گئی = کیا ہوا کام + اندرونی توانائی میں اضافہ

$غ_ح (ت_۲ - ت_۱) = ۰ +$ اندرونی توانائی میں اضافہ

یعنی اندرونی توانائی میں اضافہ $= غ_ح (ت_۲ - ت_۱)$ .... (۱)

دفعہ ۵ میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ اندرونی توانائی میں اضافہ $= (غ_د - ر)(ت_۲ - ت_۱)$ اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ جملہ $غ_ح (ت_۲ - ت_۱)$ اندرونی توانائی کے اضافہ کو تعبیر کرتا ہے بلا لحاظ اس تغیر کے جو بدوران عمل دباؤ اور حجم میں پیدا ہو۔

۷۔ نوعی حرارتوں $غ_د$ اور $غ_ح$ کا باہمی رشتہ۔ دفعہ ۵ کی رو سے اگر ایک پونڈ کامل گیس کو مستقل دباؤ کے تحت تپش $ت_۱$ سے $ت_۲$ تک گرم کریں تو اندرونی توانائی میں اضافہ

$$= (غ_د - ر)(ت_۲ - ت_۱)$$

اور دفعہ ۶ کی رو سے اگر مستقل حجم کے تحت گرم کریں تو اندرونی توانائی میں اضافہ

$$= غ_ح (ت_۲ - ت_۱)$$

ان دونوں مقادیر کو مساوی رکھنے سے (۲۴)

$$(غ_د - ر)(ت_۲ - ت_۱) = غ_ح (ت_۲ - ت_۱)$$

$$غ_د - ر = غ_ح$$

جس کو اس طرح بھی لکھا جا سکتا ہے

$$غ_د - غ_ح = ر \quad .... (۱)$$

یا اس طرح بھی کہا جا سکتا ہے کہ نوعی حرارتوں کا فرق ایک مستقل مقدار ہے جو ایک پونڈ خشک ہوا کے لیے ٥٣ء١٨ فٹ پونڈ ہوتی ہے۔

مساوات (۱) کو حسب ذیل طریقہ سے بھی لکھا جا سکتا ہے۔

$$\frac{\text{غ}_\text{د}}{\text{غ}_\text{م}} - 1 = \frac{\text{ک}}{\text{غ}_\text{م}}$$

نسبت $\frac{\text{غ}_\text{د}}{\text{غ}_\text{م}}$ بہت اہم ہے اور حرف ج سے تعبیر کی جاتی ہے۔ پس

$$\text{ج} - 1 = \frac{\text{ک}}{\text{غ}_\text{م}}$$

یا

$$\text{غ}_\text{م} = \frac{\text{ک}}{\text{ج} - 1} \quad \text{.................. (۲)}$$

رینو نے فی پونڈ خشک ہوا کے لیے معلوم کیا ہے کہ $\text{غ}_\text{د}$ = ء٢٣٧٥۔ ب۔ح۔ا فی پونڈ جو ٧٧٨ × ء٢٣٧٥ یا ١٨٤ء٨ فٹ پونڈ فی پونڈ کے مساوی ہے اور اسی نے یہ معلوم کیا کہ فی پونڈ ہوا کے لیے $\text{غ}_\text{م}$ = ء١٦٩١ ب۔ح۔ا فی پونڈ جو ٧٧٨ × ء١٦٩١ یا ١٣١ء٥٦ فٹ پونڈ فی پونڈ کے مساوی ہے۔ اس لیے

$$\text{ج یا } \frac{\text{غ}_\text{د}}{\text{غ}_\text{م}} = \frac{\text{ء٢٣٧٥}}{\text{ء١٦٩١}} \text{ یا } \frac{\text{١٨٤ء٨}}{\text{١٣١ء٥٦}} = \text{١ء٤٠٤}$$

ج کی قیمت مستقل نہیں رہتی چونکہ تپش کے ساتھ $\text{غ}_\text{م}$ (حرارت نوعی مستقل حجم کے تحت) بدلتی ہے (ملاحظہ ہو باب چودھواں)۔

۸۔ کلیہ بائل کے مطابق پھیلنے میں گیس کا کام۔

ہم تپشی یا ہذلولی پھیلاؤ فرض کریں۔ پھیلاؤ ابتدائی حالت $\text{ح}_\text{۱}$ اور $\text{د}_\text{۱}$ سے آخری حالت $\text{ح}_\text{۲}$ اور $\text{د}_\text{۲}$ تک عمل میں آتا ہے۔

پھیلاؤ کے منحنی کا کلیہ ح د = مستقل = م (بالفرض) ہے۔ فرض کرو کہ حجم

چھوٹا سا تغیر مف حم ہے اور اس تغیر کے دوران میں اوسط دباؤ د ہے شکل (۱)۔
تب کیا ہوا کام

$$\text{مف ک} = \text{د} \times \text{مف حم}$$

فرض کرو ک کیے ہوئے کام کو تعبیر کرتا ہے، تب

$$\text{ک} = \int_{\text{حم}_1}^{\text{حم}_2} \text{د فرحم}$$

چونکہ $\text{د حم} = \text{م} = \text{رات}$

$$\text{د} = \frac{\text{م}}{\text{حم}}$$

$$\therefore \quad \text{ک} = \int_{\text{حم}_1}^{\text{حم}_2} \frac{\text{م}}{\text{حم}} \text{فرحم} = \text{م} \Big[\text{لوگ}_\text{و} \text{حم}\Big]_{\text{حم}_1}^{\text{حم}_2}$$

$$= \text{م لوگ}_\text{و} \frac{\text{حم}_2}{\text{حم}_1}$$

یا
$$\text{ک} = \text{د}_1 \text{حم}_1 \text{لوگ}_\text{و} \frac{\text{حم}_2}{\text{حم}_1} = \text{رات لوگ}_\text{و} \frac{\text{حم}_2}{\text{حم}_1} \quad \cdots\cdots (1)$$

اسے یوں لکھا جا سکتا ہے۔

$$\text{ک} = \text{د}_1 \text{حم}_1 \text{لوگ}_\text{و} \text{ص} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

جہاں ص پھیلاؤ کی نسبت ہے یعنی $\dfrac{\text{آخری حجم}}{\text{ابتدائی حجم}}$

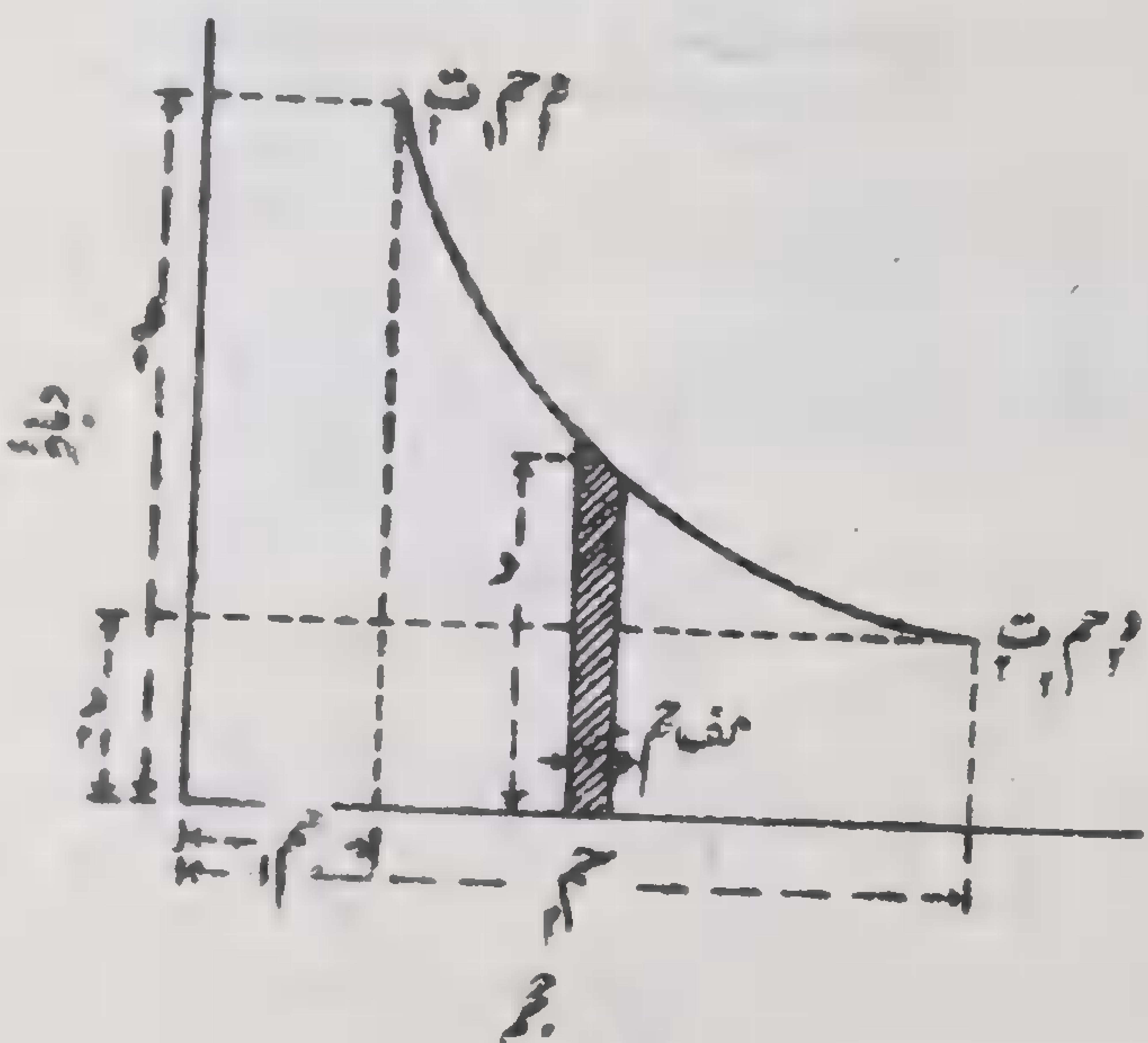
۹۔ کلیہ $\text{د حم}^\text{ن} = \text{مستقل}$ کے مطابق پھیلنے میں گیس کا کام۔

دفعہ ۸ کی طرح فرض کرو پھیلاؤ $\text{د}_1 \text{حم}_1$ اور ت_1 کی حالت سے $\text{د}_2 \text{حم}_2$ اور ت_2 تک ہوتا ہے، تب

$$\text{ک} = \int_{\text{حم}_1}^{\text{حم}_2} \text{د فرحم}$$

پھیلاؤ کے منحنی کا کلیہ $د \, حم^{ن} = مستقل = م$ (بالفرض)

$$\therefore د = \frac{م}{حم^{ن}}$$



شکل (۱)

$$\therefore ک = \int_{حم_۱}^{حم_۲} \frac{م}{حم^{ن}} \, فرحم$$

$$= م \left[\frac{1}{1-ن} \times حم^{1-ن} \right]_{حم_۱}^{حم_۲}$$

$$= \frac{م}{1-ن} \left[حم_۲^{1-ن} - حم_۱^{1-ن} \right]$$

$$= \frac{د_۱ \, حم_۱^{ن}}{1-ن} \left[حم_۲^{1-ن} - حم_۱^{1-ن} \right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

اور چونکہ $د_۱ \, حم_۱^{ن} = د_۲ \, حم_۲^{ن}$ اس لیے مساوات (۱) حسب ذیل ہوگی۔

$$\text{ک} = \frac{\text{د}_1\,\text{حم}_1 - \text{د}_2\,\text{حم}_2}{\text{ن} - 1} \qquad (۲)$$

نیز ایک کامل گیس کے لیے د حم = ر ا ت تو (۲) اس طرح بھی لکھا جا سکتا ہے

$$\text{ک} = \frac{\text{ر ا ت}_1 - \text{ر ا ت}_2}{\text{ن} - 1} \ \text{یا}\ \frac{\text{ر ا}\,(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{ن} - 1} \qquad (۳)$$

کیے ہوئے کام کا یہ جملہ مختلف صورتوں میں بطریقۂ ذیل لکھا جا سکتا ہے۔ (۶)

چونکہ $\text{ک} = \frac{\text{د}\,\text{حم}^{\text{ن}}}{1 - \text{ن}} \left\{ \text{حم}_2^{1-\text{ن}} - \text{حم}_1^{1-\text{ن}} \right\}$ ہم لکھ سکتے ہیں کہ

$$\text{ک} = \frac{\text{د}}{1 - \text{ن}} \left\{ \text{حم}_1^{\text{ن}} \times \text{حم}_2^{1-\text{ن}} - \text{حم}_1 \right\}$$

$$= \frac{\text{د}_1\,\text{حم}_1}{1 - \text{ن}} \left\{ \text{حم}_1^{\text{ن}-1} \times \text{حم}_2^{1-\text{ن}} - 1 \right\}$$

$$= \frac{\text{د}_1\,\text{حم}_1}{1 - \text{ن}} \left\{ \left(\frac{\text{حم}_1}{\text{حم}_2}\right)^{\text{ن}-1} - 1 \right\}$$

یا

$$\text{ک} = \frac{\text{د}_1\,\text{حم}_1}{\text{ن} - 1} \left\{ 1 - \left(\frac{\text{حم}_1}{\text{حم}_2}\right)^{\text{ن}-1} \right\} \qquad (۴)$$

پھر $\text{د}_1\,\text{حم}_1^{\text{ن}} = \text{د}_2\,\text{حم}_2^{\text{ن}}$

$$\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1} = \left(\frac{\text{حم}_1}{\text{حم}_2}\right)^{\text{ن}} \qquad (۵)$$

(۵) کو (۴) میں مندرج کرنے سے

$$\text{ک} = \frac{\text{د}_1\,\text{حم}_1}{\text{ن} - 1} \left\{ 1 - \left(\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1}\right)^{\frac{\text{ن}-1}{\text{ن}}} \right\} \qquad (۶)$$

اگر تمام دباؤں کا حساب پونڈ فی مربع فٹ میں اور حجموں کا حساب مکعب فٹ میں کیا جائے تو کام کا حساب (۳)، (۴) یا (۶) کی رو سے

فٹ پونڈ میں ہوگا۔

اگر تمام دباؤں کا حساب کلوگرام فی مربع میٹر میں اور حجموں کا مکعب میٹر میں ہو تو کام کا حساب متذکرہ بالا ضابطوں کی رو سے کلوگرام میٹر میں ہوگا۔

بہت سے اغراض خصوصاً امتحان کے لیے طلبہ کے لیے مناسب ہوگا کہ آسان ضابطہ

ک = (د حم۱ ـ د۲ حم۲) / (ن ـ ۱) یاد رکھیں اور استعمال کریں۔

۱۰۔ حر ناگذار پھیلاؤ اور سکڑاؤ — جب کوئی گیس بغیر کسب حرارت یا نقصان حرارت کے پھیلتی ہے اور ابتدائی اور آخری اندرونی توانائی کے فرق کے مساوی کام کرتی ہے تو ایسا پھیلاؤ حر ناگذار پھیلاؤ کہلاتا ہے۔ بالعکس اگر گیس بغیر حرارت داخل کیے یا خارج کیے سکڑائی جائے تو اس کی اندرونی توانائی کا تغیر مساوی ہوگا اس کام کے جو اس پر کیا گیا ہے اور ایسے سکڑاؤ کو حر ناگذار سکڑاؤ کہتے ہیں۔ اور عام ضابطہ د حمن = مستقل میں ن کی قیمت حسب ذیل معلوم کی جاتی ہے۔

جبکہ حرارت کسی گیس کو پہنچائی جائے تو ڈاکٹر جول کے معلوم کردہ اساسی رشتہ کی رو سے

حرارت جو پہنچائی گئی = کیا ہوا کام + اندرونی توانائی میں اضافہ

فرض کرو مف ح حرارت پہنچانے پر تپش اور حجم میں علی الترتیب مف ت اور مف حم کا اضافہ ہوتا ہے تو

مف ح = د مف حم + غ‌حم مف ت

حر ناگذار عملوں کی طرح اگر پھیلاؤ بغیر کسب حرارت یا نقصان حرارت کے عمل میں آتا ہے تو مف ح = ۰ اس لیے

غ‌حم مف ت + د مف حم = ۰

یا   مف ت / مف حم = ـ د / غ‌حم

(۷) اس لیے انتہا میں

$$\frac{\text{فرت}}{\text{فرحم}} = -\frac{\text{د}}{\text{غج}_{\text{حم}}} \quad \cdots\cdots (۱)$$

اب ایک کامل گیس کے لیے د حم = ر ما ت = (غج د - غج حم) ت (دفعہ ۷)

تفرق کرنے سے

$$\frac{\text{فرت}}{\text{فرحم}}\left(\text{غج}_{\text{د}} - \text{غج}_{\text{حم}}\right) = \text{د} + \text{حم}\,\frac{\text{فرد}}{\text{فرحم}} \quad \cdots\cdots (۲)$$

(۱) سے $\frac{\text{فرت}}{\text{فرحم}}$ کی قیمت (۲) میں مندرج کرنے سے

$$-\frac{\text{د}}{\text{غج}_{\text{حم}}}\left(\text{غج}_{\text{د}} - \text{غج}_{\text{حم}}\right) = \text{د} + \text{حم}\,\frac{\text{فرد}}{\text{فرحم}}$$

$$-\frac{\text{غج}_{\text{د}}}{\text{غج}_{\text{حم}}}\,\text{د} + \text{د} = \text{د} + \text{حم}\,\frac{\text{فرد}}{\text{فرحم}}$$

$$-\,\text{د جہ} = \text{حم}\,\frac{\text{فرد}}{\text{فرحم}}$$

یا

$$\frac{\text{فرد}}{\text{د}} = -\,\text{جہ}\,\frac{\text{فرحم}}{\text{حم}}$$

تکمل کرنے سے

لوک د = - جہ لوک حم + ایک مستقل

یا لوک د + جہ لوک حم = مستقل

یا $\text{د حم}^{\text{جہ}}$ = مستقل

اس لیے حر ناگذار پھیلاؤ یا پچکاؤ کے منحنی کا کلیہ $\text{د حم}^{\text{جہ}}$ = مستقل ہے

جہاں $\text{جہ} = \frac{\text{غج}_{\text{د}}}{\text{غج}_{\text{حم}}}$

متبادل طریقہ :— یہ نتیجہ حسب ذیل طریقہ سے بھی حاصل ہو سکتا ہے

دفعہ ۹۔ (۳) سے

$$\text{کمک} = \frac{\text{مہ}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{ن} - 1}$$

اب اگر گیس کی تپش میں ت_1 سے ت_2 تک تغیر ہوتا ہے تو اس کی اندرونی توانائی گھٹ جاتی ہے جس کی مقدار حسب ذیل ہے

$$\text{غ}_{\text{حم}}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2) \quad \text{دفعہ ۶ سے}$$

یا

$$\frac{\text{مہ}}{\text{جہ} - 1}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)$$

$$\text{چونکہ} \quad \text{غ}_{\text{حم}} = \frac{\text{مہ}}{\text{جہ} - 1} \quad \{\text{دفعہ ۷ مساوات ۲}\}$$

اس لیے اندرونی توانائی کے نقصان اور کیے ہوئے کام کو مساوات میں لانے سے حرنا گذار پھیلاؤ کی شرط حاصل ہوجاتی ہے۔

$$\frac{\text{مہ}}{\text{جہ} - 1}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2) = \frac{\text{مہ}}{\text{ن} - 1}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)$$

یعنے جبکہ ن = جہ

اس لیے پھیلاؤ یا پچکاؤ حرنا گذار ہوگا جبکہ

$$\text{د}\,\text{حم}^{\text{جہ}} = \text{مستقل}$$

۱۱۔ کلیہ $\text{د}\,\text{حم}^{\text{ن}} = \text{مستقل}$ کے مطابق کسی گیس کے پچکاؤ یا پھیلاؤ کے دوران میں دباؤ، حجم اور تپش کا باہمی رشتہ (۸)

$$\text{اب} \quad \text{د}_1\,\text{حم}_1^{\text{ن}} = \text{د}_2\,\text{حم}_2^{\text{ن}} = \text{مستقل} \;\ldots\ldots\ldots\; (1)$$

اور چونکہ ایک کامل گیس کے لیے $\text{د}\,\text{حم} = \text{مہ}\,\text{ت}$ یا $\frac{\text{د}\,\text{حم}}{\text{ت}} = \text{مہ}$ (ایک مستقل)

$$\frac{\text{د}_1\,\text{حم}_1}{\text{ت}_1} = \frac{\text{د}_2\,\text{حم}_2}{\text{ت}_2}$$

$$\frac{ت_2}{ت_1} = \frac{د_2 حم_2}{د_1 حم_1} \quad \text{.................} (۲)$$

(۱) سے

$$\frac{د_2}{د_1} = \left(\frac{حم_1}{حم_2}\right)^{ن} \quad \text{.................} (۳)$$

(۳) کو (۲) میں درج کرنے سے

$$\frac{ت_2}{ت_1} = \left(\frac{حم_1}{حم_2}\right)^{ن} \times \frac{حم_2}{حم_1} = \left(\frac{حم_1}{حم_2}\right)^{ن-1} \quad \text{.........} (۴)$$

پھر (۱) سے

$$\frac{حم_2}{حم_1} = \left(\frac{د_1}{د_2}\right)^{\frac{1}{ن}} \quad \text{.................} (۵)$$

(۵) کو (۲) میں درج کرنے سے

$$\frac{ت_2}{ت_1} = \frac{د_2}{د_1} \times \left(\frac{د_1}{د_2}\right)^{\frac{1}{ن}} = \left(\frac{د_2}{د_1}\right)^{\frac{ن-1}{ن}} \quad \text{.........} (۶)$$

اس لیے دفعہ ۹ مساوات (۹) میں کیے ہوئے کام کے لیے ذیل کا جملہ لکھ سکتے ہیں۔

$$ک = \frac{د_1 حم_1}{ن-1}\left\{1 - \frac{ت_2}{ت_1}\right\} \quad \text{.................} (۷)$$

۱۲۔ اوپر کے ثابت کردہ ضابطوں کا مجموعہ

$$ثغ_م = ثغ_د - ر = \frac{ر}{ج-1} \quad \text{.................} (۱)$$

ہم تپشی یا ہذلولی پھیلاؤ کے لیے

$$ک = د_1 حم_1 \, \text{لوگ}_و \, ص \quad \text{.................} (۲)$$

حراگذار پھیلاؤ کے لیے

$$\text{ک} = \frac{\text{د}_1\,\text{حم}_1 - \text{د}_2\,\text{حم}_2}{\text{جہ} - 1} \quad \dots\dots (۳)$$

$$= \frac{\text{د}_1\,\text{حم}_1}{\text{جہ} - 1}\left\{1 - \left(\frac{\text{حم}_1}{\text{حم}_2}\right)^{\text{جہ}-1}\right\} \quad \dots\dots (۴)$$

$$= \frac{\text{د}_1\,\text{حم}_1}{\text{جہ} - 1}\left\{1 - \left(\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1}\right)^{\frac{\text{جہ}-1}{\text{جہ}}}\right\} \quad \dots\dots (۵)$$

$$= \frac{\text{د}_1\,\text{حم}_1}{\text{جہ} - 1}\left\{1 - \frac{\text{ت}_2}{\text{ت}_1}\right\} \quad \dots\dots (۶)$$

(۹) حرنا گزار پھیلاؤ کے لیے

$$\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1} = \left(\frac{\text{حم}_1}{\text{حم}_2}\right)^{\text{جہ}} \quad \dots\dots (۷)$$

$$\frac{\text{حم}_2}{\text{حم}_1} = \left(\frac{\text{د}_1}{\text{د}_2}\right)^{\frac{1}{\text{جہ}}} \quad \dots\dots (۸)$$

$$\frac{\text{ت}_2}{\text{ت}_1} = \left(\frac{\text{حم}_1}{\text{حم}_2}\right)^{\text{جہ}-1} \text{ یا } \left(\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1}\right)^{\frac{\text{جہ}-1}{\text{جہ}}} \quad \dots\dots (۹)$$

اگر پھیلاؤ حرنا گزار نہیں ہے بلکہ عام کلیے $\text{د حم}^{\text{ن}}$ = مستقل کی پابندی کرتا ہے تو مساواتیں (۳) تا (۹) حسبِ قائم رہینگے اگر جہ کے بجائے ن استعمال کر لیا جائے

۱۳- "ن" کا اثر پھیلاؤ یا پچکاؤ کے منحنی کے ڈھال پر —

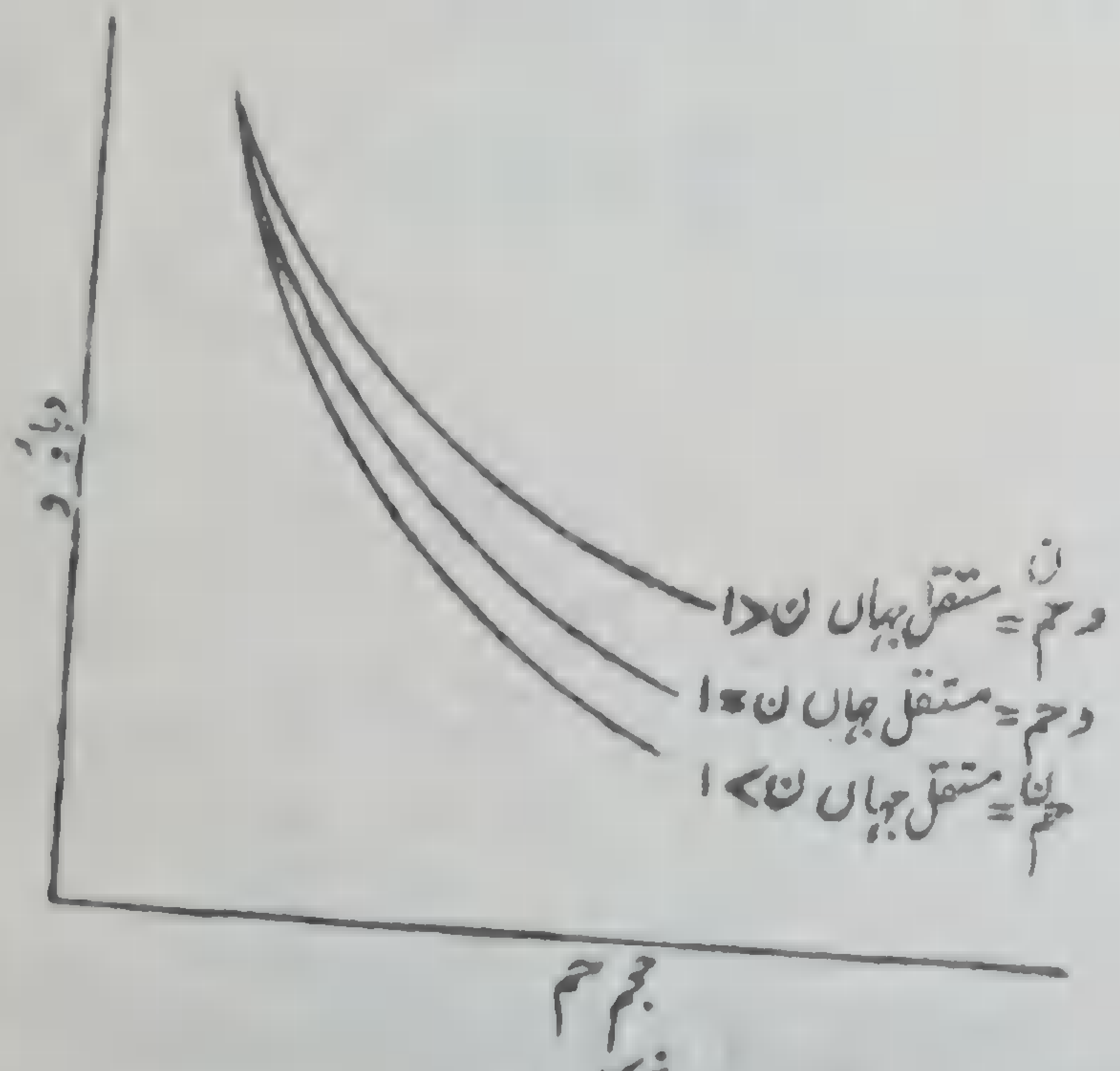
منحنی کا ڈھال $\frac{\text{فر د}}{\text{فر حم}}$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

اور چونکہ $\text{د حم}^{\text{ن}} = \text{م}$

$$\text{د} = \frac{\text{م}}{\text{حم}^{\text{ن}}}$$

اور $\dfrac{\text{فرد}}{\text{فرحم}} = -\dfrac{\text{م ن}}{\text{حم}^{\text{ن}+1}} = -\dfrac{\text{ن د}}{\text{حم}}$

اِس جملہ سے ہم دیکھتے ہیں کہ جیسے جیسے ن بڑھتا ہے $\dfrac{\text{فرد}}{\text{فرحم}}$ بھی بڑھتا جاتا ہے۔ اور منحنی کے ڈھال پر کا اثر شکل (۲) میں بتلایا گیا ہے۔



شکل (۲)

۱۴- نوعی حرارتوں کو مستقل فرض کرنے پر حرارت کی وصولی

(۱۴) اور اخراج کی شرح ـــ فرض کرو کہ "فرد" دباؤ کا لا انتہا چھوٹا تغیر ہے اور اس کے ساتھ حجم کا لا انتہا چھوٹا تغیر "فرحم" ہے تب $\dfrac{\text{فرد}}{\text{فرحم}}$ حجم کے لحاظ سے دباؤ کے تغیر کی شرح ہے۔

نیز اگر فرح حرارت کی وہ تھوڑی مقدار ہے جو دباؤ اور حجم کے تغیر کے

دوران میں گیس کو دی جاتی ہے۔ اور فرت تپش کا چھوٹا تغیر تب $\frac{\text{فرح}}{\text{فرحم}}$ حرارت کی اس شرح کو تعبیر کرتا ہے جو پھیلتی گیس نی اکائی حجم کے تغیر کے لیے حاصل کرتی ہے۔

اب کامل گیس کے کسی قسم کے پھیلاؤ کے لیے

$$\text{د حم} = \text{ر ت}$$

یا

$$\text{ت} = \frac{\text{د حم}}{\text{ر}}$$

تفرق کرنے سے

$$\frac{\text{فرت}}{\text{فرحم}} = \frac{1}{\text{ر}}\left(\text{د} + \text{حم}\,\frac{\text{فرد}}{\text{فرحم}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

لیکن حرارت جو پہنچائی گئی = کیا ہوا کام + اندرونی توانائی میں اضافہ

$$\text{فرح} = \text{د فرحم} + \text{خ}_{\text{حم}}\,\text{فرت}$$

اور

$$\frac{\text{فرح}}{\text{فرحم}} = \text{د} + \text{خ}_{\text{حم}}\,\frac{\text{فرت}}{\text{فرحم}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

(۲) میں قیمت $\text{خ}_{\text{حم}} = \frac{\text{ر}}{\text{جہ}-1}$ اور (۱) سے $\frac{\text{فرت}}{\text{فرحم}}$ کی قیمت درج کرنے سے

$$\frac{\text{فرح}}{\text{فرحم}} = \text{د} + \frac{\text{ر}}{\text{جہ}-1}\cdot\frac{1}{\text{ر}}\left(\text{د} + \text{حم}\,\frac{\text{فرد}}{\text{فرحم}}\right)$$

$$= \text{د} + \frac{1}{\text{جہ}-1}\left(\text{د} + \text{حم}\,\frac{\text{فرد}}{\text{فرحم}}\right)$$

$$= \frac{1}{\text{جہ}-1}\left(\text{جہ د} + \text{حم}\,\frac{\text{فرد}}{\text{فرحم}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

اب اگر عام کلیہ $\text{د حم}^{\text{ن}} = \text{م}$ کے مطابق پھیلاؤ عمل میں آئے

تو $\frac{\text{فر د}}{\text{فر حم}} = -\frac{\text{م ن}}{\text{حم}^{\text{ن}+1}}$ یا $\text{م حم}^{-\text{ن}} \times -\text{ن حم}^{-1}$

لیکن $\text{م حم}^{-\text{ن}} = \text{د}$

اس لیے $\frac{\text{فر د}}{\text{فر حم}} = -\frac{\text{ن د}}{\text{حم}}$

$\frac{\text{فر د}}{\text{فر حم}}$ کی یہ قیمت (۳) میں درج کرنے سے

$$\frac{\text{فر ح}}{\text{فر حم}} = \frac{1}{\text{جہ}-1}(\text{جہ د} - \text{ن د})$$

یا $\frac{\text{فر ح}}{\text{فر حم}} = \text{د}\,\frac{\text{جہ}-\text{ن}}{\text{جہ}-1}$ .... (۴)

چنانچہ حرناگذار پھیلاؤ یا پچکاؤ کے لیے جس میں ن = جہ، $\frac{\text{فر ح}}{\text{فر حم}} = ۰$ (۱۱)

یہ نتیجہ بالکل صاف ہے چونکہ کسی حرناگذار عمل میں حرارت نہ تو حاصل کی جاتی ہے اور نہ خارج۔

متبادل ثبوت۔ یہ نتیجہ حسب ذیل طریقہ سے بھی حاصل ہوسکتا ہے۔

فرض کرو ح = حرارت کی وہ مقدار جو بدوران عمل پہنچائی گئی یا خارج کی گئی اور فرض کرو کہ حالت کا تغیر د_1، حم_1، ت_1 سے د_2، حم_2، ت_2 تک ہوتا ہے۔

تب ح = کیا ہوا کام + اندرونی توانائی کا تغیر

$$= \int_{\text{حم}_1}^{\text{حم}_2} \text{د}\ \text{فر حم} + \text{ح}_{\text{م}}(\text{ت}_2 - \text{ت}_1)$$

$$= \frac{\text{د}_1\text{حم}_1 - \text{د}_2\text{حم}_2}{\text{ن}-1} - \frac{\text{ر}}{\text{جہ}-1}\left(\frac{\text{د}_1\text{حم}_1}{\text{ر}} - \frac{\text{د}_2\text{حم}_2}{\text{ر}}\right)$$

$$= \frac{\text{د}_1\text{حم}_1 - \text{د}_2\text{حم}_2}{\text{ن}-1} - \frac{\text{د}_1\text{حم}_1 - \text{د}_2\text{حم}_2}{\text{جہ}-1}$$

$$= \left(\text{د}_1 \text{حم}_1 - \text{د}_2 \text{حم}_2\right)\left(\frac{1}{\text{ن}-1} - \frac{1}{\text{جہ}-1}\right)$$

$$= \frac{\text{د}_1 \text{حم}_1 - \text{د}_2 \text{حم}_2}{\text{ن}-1} \times \frac{\text{جہ}-\text{ن}}{\text{جہ}-1}$$

یا
$$\text{ح} = \frac{\text{جہ}-\text{ن}}{\text{جہ}-1} \times \text{کیا ہوا کام} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۵)$$

اس لیے $\text{فرح} = \frac{\text{جہ}-\text{ن}}{\text{جہ}-1} \times \text{د فرحم}$

یا
$$\frac{\text{فرح}}{\text{فرحم}} = \frac{\text{جہ}-\text{ن}}{\text{جہ}-1} \times \text{د} \quad \text{مثل سابق کے}$$

اب $\frac{\text{فرح}}{\text{فرحم}}$ حجم کے تغیر فی اکائی کے لیے حرارت کی وصولی کی شرح کو تعبیر کرتا ہے، اس لیے حرارت کے وصولی کی شرح فی ثانیہ اس جملہ سے حاصل ہو سکتی ہے۔

$$\frac{\text{فرح}}{\text{فرحم}} \times \text{حجم جو فشارہ نے طے کیا مکعب فٹ فی ثانیہ میں}$$

اگر 'ن'، 'جہ' سے کم ہے تو حرارت کے وصولی کی شرح $\frac{\text{فرح}}{\text{فرحم}}$ مثبت ہوگی اور اگر 'ن' 'جہ' سے زیادہ ہے تو وصولی کی شرح $\frac{\text{فرح}}{\text{فرحم}}$ منفی ہوگی۔ اس لیے اگر پھیلاؤ کے منحنی کا میلان حرناگذار وحم$^{\text{جہ}}$ = م سے کم تر ہے یعنے جبکہ 'ن' 'جہ' سے کم ہے تو گیس پھیلاؤ کے دوران میں حرارت حاصل کریگی۔ اگر منحنی کا میلان حرناگذار سے زیادہ ہے یعنے 'ن' 'جہ' سے زیادہ ہے تو گیس پھیلاؤ کے دوران میں حرارت خارج کریگی۔

اگر پھیلاؤ ہم تپشی ہے (ن = ۱) تو حرارت جو حاصل کی جائیگی وہ مساوات (۵) کی رو سے کیئے ہوئے کام کے حرارتی معادل کے مساوی ہوگی۔ اسی طرح اگر گیس ہم تپشی طور پر پچکائی جائے تو گیس سے حرارت کی وہ مقدار نکال لینی ہوگی جو گیس پر کیے ہوئے

کام کے مساوی ہے۔ اگر گیس پھیلائی جائے اور ن، جہ سے کم ہو تو حرارت کے اخراج کی شرح مثبت ہوگی یعنے گیس سے حرارت لی جائے گی۔ اور اگر ن، جہ سے زیادہ ہے تو حرارت کے اخراج کی شرح منفی ہوگی اور گیس پھیلاؤ کے دوران میں حرارت حاصل کریگی۔

(۱۲) مثال (۱) ایک پونڈ ہوا کی تپش ۶۰۰ ف سے ۳۰۰ ف تک گھٹتی ہے جبکہ وہ حرناگزار طور پر پھیلتی ہوئی ۳۹۴۴۵ فٹ پونڈ کام کرتی ہے تو $غ_{حم}$ اور $غ_{د}$ دریافت کرو۔

چونکہ پھیلاؤ حرناگزار ہے اس لیے دوران عمل گیس کو نہ حرارت پہنچائی گئی اور نہ لی گئی اس لیے پھیلاؤ کے دوران میں کیا ہوا کام اندرونی توانائی کے نقصان کے مساوی ہوگا۔ یعنی

$$غ_{حم} \times (\text{تپش میں کمی})$$

دونوں مقداریں اگر حرارتی اکائیوں میں ظاہر کی جائیں تو

اندرونی توانائی کا نقصان = کیا ہوا کام

$$غ_{حم}\,(۶۰۰-۳۰۰) = \frac{۳۹۴۴۵}{۷۷۸}$$

$$غ_{حم} = \frac{۳۹۴۴۵}{۳۰۰\times۷۷۸} = ۰٫۱۶۹\ \text{ب-ح-ا فی پونڈ}$$

اب $$\frac{غ_{د}}{غ_{حم}} = ۱٫۴\ (\text{دفعہ ۷})$$

اس لیے $$غ_{د} = ۰٫۱۶۹\times۱٫۴ = ۰٫۲۳۷\ \text{ب-ح-ا فی پونڈ}$$

مثال (۲) ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ پر کی ایک مکعب فٹ گیس ۶۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک پھیلتی ہے۔ پھیلاؤ کا کلیہ $د\,حم^{۱٫۲} = م$ ہے۔ پھیلاؤ کے ختم پر حجم کی مقدار کیا ہوگی۔ اور یہ بھی بتلاؤ کہ پھیلاؤ کے دوران میں کتنا کام کیا گیا۔

$$\text{د}_1 \, \text{حم}_1^{1.2} = \text{د}_2 \, \text{حم}_2^{1.2}$$

$$\text{حم}_2^{1.2} = \frac{\text{د}_1}{\text{د}_2} \, \text{حم}_1^{1.2} = \frac{300}{60} \times 1^{1.2} = 5$$

$$1.2 \, \text{لوک حم}_2 = \text{لوک } 5$$

جس سے

$$\text{حم}_2 = 3.824 \text{ مکعب فٹ}$$

$$\text{کیا ہوا کام} = \frac{\text{د}_1\text{حم}_1 - \text{د}_2\text{حم}_2}{\text{ن} - 1}$$

$$= \frac{(3.824 \times 60 - 1 \times 300)\,144}{1 - 1.2}$$

$$= 50820 \text{ فٹ پونڈ}$$

بغیر حم۲ معلوم کیے ہوئے کام کی مقدار دفعہ ۱۲ مساوات (۵) کی رو سے معلوم ہو سکتی ہے۔

$$\text{ک} = \frac{\text{د}_1\text{حم}_1}{\text{ن} - 1}\left\{1 - \left(\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1}\right)^{\frac{\text{ن}-1}{\text{ن}}}\right\}$$

$$= \frac{1 \times 144 \times 300}{0.2}\left\{\left(\frac{1}{5}\right)^{\frac{0.2}{1.2}} - 1\right\}$$

$$= 216000\left\{\left(\frac{1}{5}\right)^{\frac{1}{6}} - 1\right\}$$

$$= 50820 \text{ فٹ پونڈ پہلے کی طرح}$$

مثال (۳) کرۂ ہوائی کے دباؤ پر کی ایک پونڈ خشک ہوا (حجم ۱۲٫۳۹ مکعب فٹ) کو ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ تک پچکانے کی ضرورت ہے تو بتلاؤ کہ ہم تپشی طور پر پچکانے میں زیادہ کفایت ہوگی یا حرناگذار طور پر؟

(۱۴۳) (۱) ہم تپشی پچکاؤ ـــــ

د حم ۱ = د ۲ حم ۲ ∴ حم ۲ = د ۱ حم ۱ / د ۲ = ۱۲٫۳۹ × ۱۴٫۷ / ۲۰۰ = ۰٫۹۱ مکعب فٹ

کام جو گیس پر کیا گیا = د ۱ حم ۱ لوگ و (حم ۱ / حم ۲)

= ۱۲٫۳۹ × ۱۴٫۷ × ۱۴۴ لوگ و ۱۲٫۳۹ / ۰٫۹۱

= ۱۲٫۳۹ × ۱۴٫۷ × ۱۴۴ لوگ و ۱۳٫۶

= ۲٫۶۰۷ × ۱۲٫۳۹ × ۲۱۱۶

= ۶۸۲۳۰ فٹ پونڈ

(۲) حر ناگذار پچکاؤ۔ (۵) دفعہ ۱۲ استعمال کرنے سے

ک = ۱۲٫۳۹ × ۲۱۱۶ / ۱-۱٫۴ {۱۳٫۶ ۱-۱/۴ - ۱}

= ۱۲٫۳۹ × ۲۱۱۶ / ۰٫۴ {۲٫۱۰۸ - ۱}

= - ۷۲۶۳۰ فٹ پونڈ

منفی علامت سے مراد صرف یہ ہے کہ گیس پر کام کیا گیا ہے۔ اس لیے ہم تپشی طور پر پچکانے سے ۷۲۶۳۰ - ۶۸۲۳۰ = ۴۴۰۰ فٹ پونڈوں کی بچت ہوتی ہے۔

مثال (۴) ۹۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ اور ۵۹ ف تپش پر کی ۱۰ مکعب فٹ ہوا ابتدائی حجم کی چارگنی حجم تک پھیلائی جاتی ہے۔ پھیلاؤ کا کلیہ د حم ۱٫۲۵ = مستقل ہے۔ نخ حم = ۳۰٫۲ فٹ پونڈ فی پونڈ اور نخ د = ۱۸۳٫۴ فٹ پونڈ فی پونڈ تو دریافت کرو۔

(۱) پھیلاؤ کے ختم پر ہوا کی تپش

(۲) کیا ہوا کام فٹ پونڈوں میں

(۳) حرارت کی مقدار جو دور میں بیرونی ماخذ کو دی گئی یا ماخذ سے لی گئی۔

$$(۱)\quad \frac{\text{ت}_۲}{\text{ت}_۱} = \left(\frac{\text{حم}_۱}{\text{حم}_۲}\right)^{۱٫۲۵-۱} = \left(\frac{۱}{۴}\right)^{\frac{۱}{۴}} = \left(\frac{۱}{۲}\right)^{\frac{۱}{۲}}$$

$$= \frac{۱}{\sqrt{۲}} = ۰٫۷۰۷$$

$$\therefore\ \text{ت}_۲ = ۰٫۷۰۷\,\text{ت}_۱ = ۰٫۷۰۷\,(۴۶۰+۶۵)$$

$$= ۰٫۷۰۷ \times ۵۲۵ = ۳۷۱٫۲^{\circ}\ \text{مطلق}$$

$$\therefore\ \text{ت}_۲{}^{\circ}\text{ف} = ۳۷۱٫۲ - ۴۶۰ = -۸۸٫۸^{\circ}\ \text{ف}$$

= ہوا کی تپش پھیلاؤ کے ختم پر

$$(۲)\quad \text{د}_۱\,\text{حم}_۱^{\,۱٫۲۵} = \text{د}_۲\,\text{حم}_۲^{\,۱٫۲۵}$$

$$\therefore\ \text{د}_۲ = \text{د}_۱\left(\frac{\text{حم}_۱}{\text{حم}_۲}\right)^{۱٫۲۵} = ۹۰ \times \left(\frac{۱}{۴}\right)^{\frac{۵}{۴}}$$

$$= ۹۰\,(۰٫۷۰۷)^{۵} = ۱۵٫۸۴\ \text{پونڈ فی مربع انچ}$$

$$\therefore\ \text{کام کیا جو کیا گیا} = \frac{\text{د}_۱\text{حم}_۱ - \text{د}_۲\text{حم}_۲}{\text{ن}-۱}$$

$$= \frac{۴۰\times۱۵٫۸۴ - ۱۰\times۹۰}{۰٫۲۵} \times ۱۴۴$$

$$= (۶۳۳٫۶ - ۹۰۰) \times ۵۷۶ = ۲۶۶٫۴ \times ۵۷۶$$

$$= ۱۵۳۴۴۶\ \text{فٹ پونڈ}$$

(۳) دفعہ ۱۴(۵) سے

$$\text{حرارت جو دی گئی} = \text{ح} = \text{ک}\ \frac{\text{جہ} - \text{ن}}{\text{جہ} - ۱}$$

$$= \frac{۱٫۲۵ - ۱٫۴}{۱ - ۱٫۴} \times ۱۵۳۴۴۶$$

$$= \frac{۳}{۸} \times ۱۵۳۴۴۶ = ۵۷۵۴۲\ \text{فٹ پونڈ}$$

$$= ۷۳٫۹\ \text{ب۔ح۔ا}$$

مثال (۵) ایک استوانہ میں ہوا کھینچی جاتی ہے اور حرناگذار طور پر ابتدائی دباؤ (۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق) سے ۷۵ پونڈ زائد دباؤ تک پچکائی جاتی ہے اور تب اس دباؤ کے تحت ایک قابلہ میں چھوڑی جاتی ہے۔اس کی ابتدائی تپش ۶۰° ف تھی۔قابلہ میں یہ دبی ہوا ابتدائی تپش تک ٹھنڈی ہوتی ہے اور قابلہ میں یکساں دباؤ قائم رکھنے کے لیئے دبی ہوا کا مساوی وزن کھینچا جاکر ایک کامی استوانہ میں پندرہ پونڈ دباؤ تک ہمتپشی طور پر پھیلایا جائے تو معلوم کرو (ا) فشارندہ میں فی پونڈ ہوا کے لیے کام جو خرچ ہو (ب) کام فی پونڈ ہوا جو پھیلنے میں کیا جائے (ج) قابلہ میں داخل ہوتے وقت ہوا کی تپش (۱۴)

(ا) $\text{د}_{۱}\,\text{حم}_{۱}^{۱٫۴} = \text{د}_{۲}\,\text{حم}_{۲}^{۱٫۴}$ فی مکعب فٹ ۶۰° ف پر

$$\therefore \left(\frac{\text{حم}_{۲}}{\text{حم}_{۱}}\right)^{۱٫۴} = \frac{\text{د}_{۱}}{\text{د}_{۲}} = \frac{۱۵}{۹۰}$$

$$\therefore ۱٫۴\ \text{لوک حم}_{۲} - ۱٫۴\ \text{لوک حم}_{۱} = \text{لوک}\ ۱۵ - \text{لوک}\ ۹۰$$

$$\therefore ۱٫۴\ \text{لوک حم}_{۲} = ۱٫۱۷۶۱ - ۱٫۹۵۴۲ = -۰٫۷۷۸۱$$

$$\therefore \text{لوک حم}_{۲} = -\frac{۰٫۷۷۸۱}{۱٫۴} = -۰٫۵۵۵۹$$

$$= \bar{۱}٫۴۴۴۱$$

$$\therefore \text{حم}_{۲} = ۰٫۲۷۸۱\ \text{مکعب فٹ}$$

فی دور کیا ہوا کام

$$= \text{د}_{۲}\text{حم}_{۲} - \text{د}_{۱}\text{حم}_{۱} + \frac{\text{د}_{۲}\text{حم}_{۲} - \text{د}_{۱}\text{حم}_{۱}}{۱٫۴ - ۱} = ۳٫۵\,(\text{د}_{۲}\text{حم}_{۲} - \text{د}_{۱}\text{حم}_{۱})$$

$$= ۳٫۵ \times ۱۴۴\,(۰٫۲۷۸۱ \times ۹۰ - ۱۵)$$

$$= ۳٫۵ \times ۱۴۴\,(۲۵٫۰۲۹ - ۱۵)$$

$$= ۳٫۵ \times ۱۴۴ \times ۱۰٫۰۲۹ = ۵۰۶۵\ \text{فٹ پونڈ}$$

۶۰° ف پر ایک پونڈ ہوا کا حجم ۱۳ مکعب فٹ لیں تو

کام جو فی پونڈ ہوا کیا گیا = ۵۰۶۵ × ۱۳ = ۶۵۸۴۵ فٹ پونڈ۔

(ب) پھیلنے میں فی مکعب فٹ کام جو کیا گیا

= دحم لوک$_و$ ص = دحم لوک$_و$ $\frac{۹۰}{۱۵}$

= ۱۵ × ۱۴۴ × ۲٫۳۰۳ × ۰٫۷۷۸۲

= ۳۸۷۰ فٹ پونڈ

∴ کام جو فی پونڈ کیا گیا

= ۳۸۷۰ × ۱۳ = ۵۰۳۱۰ فٹ پونڈ

(ج) $\frac{ت_۲}{ت_۱}$ = $\left(\frac{د_۱}{د_۲}\right)^{\frac{۱٫۴-۱}{۱٫۴}}$ = $\left(\frac{۹۰}{۱۵}\right)^{\frac{۲}{۷}}$ = $۶^{\frac{۲}{۷}}$

اور ت$_۱$ = ۶۰ + ۴۶۰ = ۵۲۰° مطلق

∴ ت$_۲$ = ۵۲۰ × $۶^{\frac{۲}{۷}}$

لوک ت$_۲$ = لوک ۵۲۰ + $\frac{۲}{۷}$ لوک ۶

= ۲٫۷۱۶۰ + ۰٫۷۷۸۲ × $\frac{۲}{۷}$

= ۲٫۷۱۶۰ + ۰٫۲۲۲۳

∴ لوک ت$_۲$ = ۲٫۹۳۸۳

∴ ت$_۲$ = ۸۶۷٫۶° مطلق

= ۸۶۷٫۶ − ۴۶۰ = ۴۰۷٫۶° ف

مثال (۶) کرۂ ہوائی کے دباؤ پر کی ۱۲٫۳۹ مکعب فٹ ہوا ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ تک بچکائی جائے تو حرارت کی وہ مقدار دریافت کرو جو بدوران عمل ہوا کو پہنچائی جائے یا ہوا سے لی جائے جبکہ بچکاؤ (ا) ہم تپشی ہو (ب) کلیہ دحم$^{۱٫۲}$ = م کے مطابق ہو۔

(ا) مثال ۳ کی رو سے پھیلاؤ کے دوران میں کام جو گیس پر کیا گیا مساوی ہے (۱۵)
۶۸۳۲۰ فٹ پونڈ کے۔ اس لئے حرارت پھیلاؤ کے دوران میں جو گیس سے لی گئی مساوی ہے
۶۸۳۲۰ فٹ پونڈ کے

$$\frac{۶۸۳۲۰}{۷۷۸} = ۸۷٫۸ \quad \text{ب - ح - ا}$$

یا

$$\frac{۶۸۳۲۰}{۱۴۰۰} = ۴۸٫۸ \quad \text{م - ح - ا}$$

یا

(ب) کیا ہوا کام

$$= \frac{د_۱ حم_۱}{ن-۱}\left\{\left(\frac{د_۲}{د_۱}\right)^{\frac{ن-۱}{ن}} - ۱\right\}$$

$$= \frac{۱۲٫۳۹ \times ۱۴۴ \times ۱۴٫۷}{۱-۱٫۲}\left\{\left(\frac{۲۰۰}{۱۴٫۷}\right)^{\frac{۱-۱٫۲}{۱٫۲}} - ۱\right\}$$

$$= \frac{۱۲٫۳۹ \times ۲۱۱۷}{۰٫۲}\left\{(۱۳٫۶)^{\frac{۱}{۶}} - ۱\right\}$$

$$= ۱۳۱۰۸۶\left\{۱٫۵۴۵ - ۱\right\}$$

$$= -۷۱۴۴۰ \text{ فٹ پونڈ}$$

اس لیے پھیلاؤ کے دوران میں کام جو گیس پر کیا گیا ۷۱۴۴۰ فٹ پونڈ ہے۔
حرارت جو گیس سے لی گئی
دفعہ ۱۴(۵) سے پھیلاؤ کے دوران میں

$$ح = \frac{جہ - ن}{جہ - ۱} \times \text{کیا ہوا کام}$$

$$= \frac{۱٫۲-۱٫۴}{۱-۱٫۴} \times ۷۱۴۴۰$$

$$= \frac{۰٫۲}{۰٫۴} \times ۷۱۴۴۰$$

$$= ۳۵۷۲۰ \text{ فٹ پونڈ}$$

یا $ح = \frac{۳۵۰۲۰}{۷۷۸} = ۴۵,۰۹$ ب۔ ح۔ ا

یا $= \frac{۳۵۰۲۰}{۱۴۰۰} = ۲۵,۰۵$ م۔ ح۔ ا

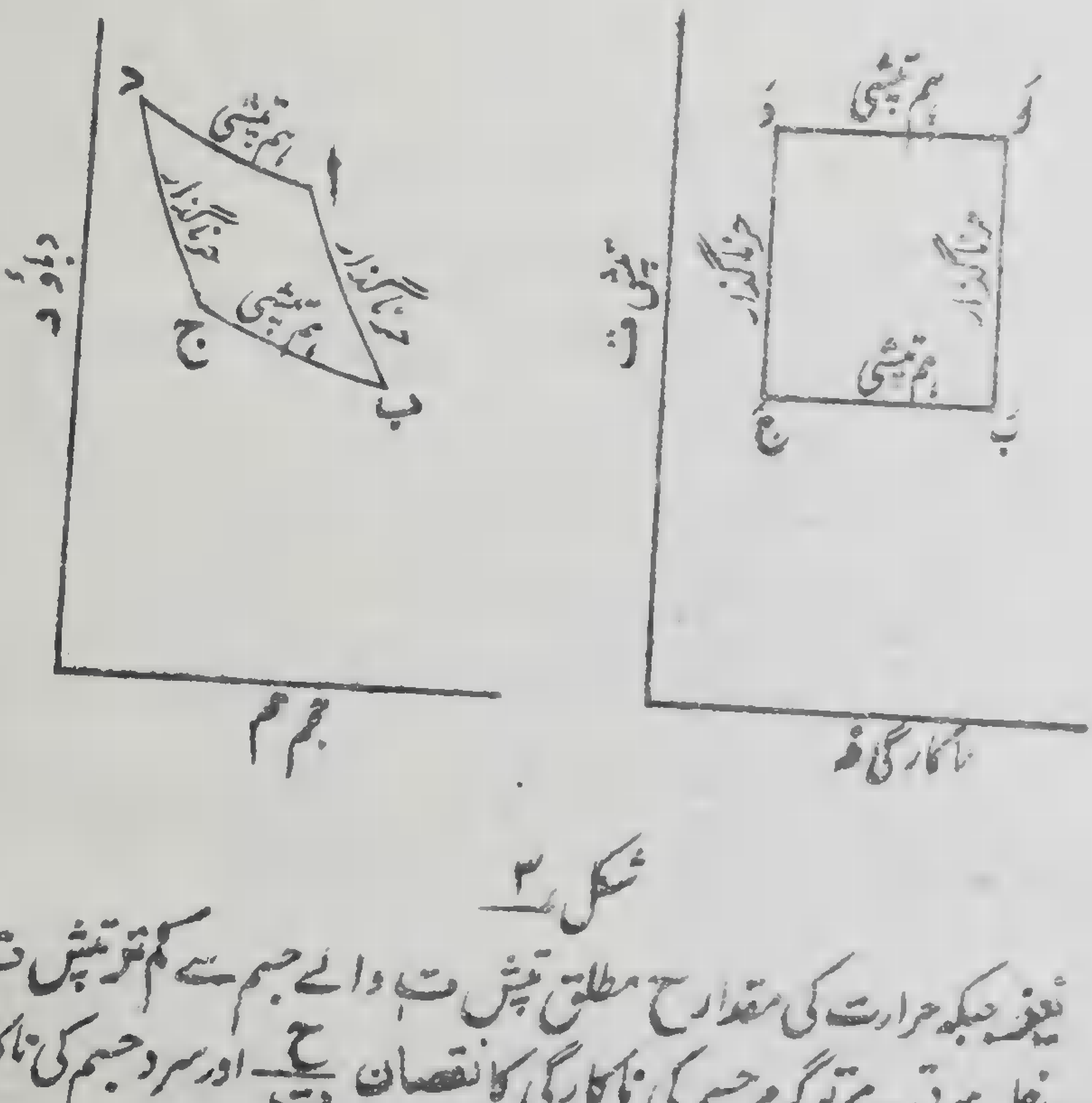
۱۵۔ ناکارگی۔ تعریف ـــــ کسی شے کی ناکارگی (جو فہ سے تعبیر کی جاتی ہے) اس کی وہ حرارتی خاصیت ہے جو مستقل رہتی ہے جبکہ وہ شے بیرونی ماخذوں سے حرارت نہ حاصل کرے اور نہ خارج جیسے حرناگذار عملوں میں دیکھا جاتا ہے۔ اور جس میں اضافہ اور کمی ہوتی ہے جبکہ حرارت گیس کو دی جاتی ہے یا اس سے حاصل کی جاتی ہے۔ اسی بناء پر حرناگزار عمل عموماً "هم ناکارگی" کہلاتے ہیں یعنے مستقل ناکارگی کے تحت کے عمل۔ جبکہ کسی شے کا ایک پونڈ حرارت کی مقدار ح مطلق تپش ت کے تحت حاصل کرے یا خارج تو اس کی کسب ناکارگی یا نقصان ناکارگی فہ $\frac{ح}{ت}$ ہوتی ہے یعنے حرارت کی مقدار ح = ت × ناکارگی کا تغیر

$$\text{یعنے} \quad ح = ت \times فہ$$

اگر تپش مستقل نہ رہے تو ناکارگی کے تغیر کی تعریف عام ملے $\frac{مف\ ح}{ت}$ سے کی جا سکتی ہے جو حرارت کے ہر عنصر مف ح (جو پہنچایا گیا یا خارج کیا گیا) کو شے کی اُس وقت کی مطلق تپش سے تقسیم کرنے پر حاصل ہوتا ہے۔ حرناگذار کے لیے (۱۲)
مف ح = ؛ چونکہ حرارت میں کوئی تغیر نہیں ہوتا یعنے وہ شے بغیر کسب حرارت یا نقصان حرارت کے پھیلتی ہے یا پچکائی جاتی ہے دفعہ (۱۰)۔

شکل ۳ میں بتلائے ہوئے مظہار نقشے پر غور کرو۔ کسی پیمانہ پر اس نقشہ کا رقبہ کیے ہوئے کام کو تعبیر کرتا ہے اور اس کے ساتھ تپش ناکارگی کا نقشہ بھی دیا گیا ہے دحم نقشہ میں ہم تپشی پھیلاؤ د ا کے دوران میں ناکارگی کا تغیر ت فہ نقشہ میں دَ اَ سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ حرناگزار یا ہم ناکارگی پھیلاؤ ا ب کے دوران میں ناکارگی مستقل رہتی ہے اور اَ بَ سے تعبیر کی جاتی ہے۔ اسی طرح

ہم تپشی پچکاؤ ب ج کے دوران میں ناکارگی کا تغیر بَ جَ ہے اور حر ناگذار یا ہم ناکارگی پچکاؤ ج د، جَ دَ سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ نقشہ دَ اَ بَ جَ "تپش ناکارگی" کا نقشہ کہلاتا ہے اور منظہار یا "دباؤ حجم" نقشہ د ا ب ج کا متناظر ہے۔



شکل ۳

نیز جبکہ حرارت کی مقدار ح مطلق تپش $ت_۱$ والے جسم سے کم تر تپش $ت_۲$ والے جسم میں داخل ہوتی ہے تو گرم جسم کی ناکارگی کا نقصان $\frac{ح}{ت_۱}$ اور سرد جسم کی ناکارگی کا کسب $\frac{ح}{ت_۲}$ ہوگا۔ چونکہ $ت_۲$، $ت_۱$ سے کم ہے اس لیے ناکارگی کا کسب اس نظام میں بحیثیت مجموعی $\frac{ح}{ت_۲} - \frac{ح}{ت_۱} = ح \cdot \frac{ت_۱ - ت_۲}{ت_۱ ت_۲}$ ہے۔

اگر کسی شے کے ایک پونڈ میں تھوڑی حرارت مف ح کا اضافہ ہوتا ہے اور اس تغیر کے دوران میں تپش ت مستقل رہتی ہے تو اس کا کسب ناکارگی جیسے ہم دیکھ چکے ہیں حسب ذیل ہوگا۔

$$مف\,ﻏ = \frac{مف\,ح}{ت}$$

یا انتہا میں

$$\text{فر نہ} = \frac{\text{فر ح}}{\text{ت}}$$

اب اگر اس شے کے ایک پونڈ کی تپش $\text{ت}_۱$ سے $\text{ت}_۲$ تک بڑھادی جائے (۱۷)

تو کل کسب ناکارگی حسب ذیل ہوگا

$$\sum \frac{\text{مف ح}}{\text{ت}} = \sum \frac{\text{غ مف ت}}{\text{ت}}$$

جہاں غ = اس شے کی حرارت نوعی

یا

$$\int_{\text{ت}_۱}^{\text{ت}_۲} \frac{\text{غ فر ت}}{\text{ت}} = \text{غ لوگ}\,\frac{\text{ت}_۲}{\text{ت}_۱} \quad \ldots\ldots\ldots (۱)$$

یہ امر قابل غور ہے کہ ناکارگی کی اکائیاں یکساں ہونگی خواہ ح اور ت دونوں فیرنہیٹ پیمانوں یا مئی پیمانوں میں ناپی جائیں۔

۱۶- کسی کامل گیس کی ناکارگی کے تغیر کا عام جملہ جبکہ اس کی حالت $\text{د}_۱\ \text{حم}_۱\ \text{ت}_۱$ سے $\text{د}_۲\ \text{حم}_۲\ \text{ت}_۲$ تک بدلے ——

چونکہ کامل گیس کے لیے توانائی کی مساوات حسب ذیل ہے

$$\text{ح} = \text{غ}_{\text{حم}}\,(\text{ت}_۲ - \text{ت}_۱) + \text{د}\,(\text{حم}_۲ - \text{حم}_۱) \qquad \text{دفعہ ۱۰}$$

اس لیے چھوٹے تغیر کے لیے

$$\text{مف ح} = \text{غ}_{\text{حم}}\ \text{مف ت} + \text{د مف حم} \quad \ldots\ldots\ldots (۲)$$

اگر مساوات کے دونوں جانب، ت سے تقسیم کیے جائیں تو

$$\frac{\text{مف ح}}{\text{ت}} = \text{غ}_{\text{حم}}\,\frac{\text{مف ت}}{\text{ت}} + \frac{\text{د}}{\text{ت}}\ \text{مف حم}$$

یا انتہا میں

$$\frac{\text{ز ح}}{\text{ت}} = \text{غ}_{\text{حم}} \cdot \frac{\text{ز ت}}{\text{ت}} + \frac{\text{د}}{\text{ت}}\,\text{ز حم} \qquad \ldots\ldots (۲)$$

$$\text{اب}\quad \text{د حم} = \text{ر ت} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{د}}{\text{ت}} = \frac{\text{ر}}{\text{حم}} \qquad \ldots\ldots (۳)$$

(۳) کو (۲) میں مندرج کرنے سے

$$\frac{\text{ز ح}}{\text{ت}} = \text{غ}_{\text{حم}} \frac{\text{ز ت}}{\text{ت}} + \text{ر}\,\frac{\text{ز حم}}{\text{حم}}$$

تکمل کرنے سے

$$\int_{\text{ت}_۱}^{\text{ت}_۲} \frac{\text{ز ح}}{\text{ت}} = \text{غ}_{\text{حم}} \int_{\text{ت}_۱}^{\text{ت}_۲} \frac{\text{ز ت}}{\text{ت}} + \text{ر} \int_{\text{حم}_۱}^{\text{حم}_۲} \frac{\text{ز حم}}{\text{حم}}$$

$$\text{یا کسب ناکارگی}\quad \text{ف}_۲ - \text{ف}_۱ = \text{غ}_{\text{حم}}\, \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_۲}{\text{ت}_۱} + \text{ر}\, \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حم}_۲}{\text{حم}_۱} \qquad \ldots\ldots (۴)$$

$$\text{اب}\quad \text{ر} = \text{غ}_{\text{د}} - \text{غ}_{\text{حم}}\text{، اس لیے}$$

$$\text{ف}_۲ - \text{ف}_۱ = \text{غ}_{\text{حم}}\, \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_۲}{\text{ت}_۱} + (\text{غ}_{\text{د}} - \text{غ}_{\text{حم}})\, \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حم}_۲}{\text{حم}_۱} \qquad \ldots (۵)$$

$$= \text{غ}_{\text{حم}} \left(\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_۲}{\text{ت}_۱} - \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حم}_۲}{\text{حم}_۱}\right) + \text{غ}_{\text{د}}\, \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حم}_۲}{\text{حم}_۱}$$

$$= \text{غ}_{\text{حم}}\, \text{لوک}_{\text{و}} \left(\frac{\text{حم}_۱}{\text{حم}_۲} \times \frac{\text{ت}_۲}{\text{ت}_۱}\right) + \text{غ}_{\text{د}}\, \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حم}_۲}{\text{حم}_۱} \qquad \ldots (۶)$$

$$\text{اور چونکہ}\quad \frac{\text{د}_۱ \text{حم}_۱}{\text{ت}_۱} = \frac{\text{د}_۲ \text{حم}_۲}{\text{ت}_۲}$$

$$\frac{\text{حم}_۱}{\text{حم}_۲} \times \frac{\text{ت}_۲}{\text{ت}_۱} = \frac{\text{د}_۲}{\text{د}_۱} \qquad \ldots\ldots (۷)$$

(۷) کو (۶) میں مندرج کرنے سے

$$\text{فہ}_{۲}-\text{فہ}_{۱} = \text{غح}_{\text{حم}}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}} + \text{غح}_{\text{د}}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{حم}_{۲}}{\text{حم}_{۱}} \quad .... (۸)$$

(۱۸) ناکارگی کے تغیر کے لیے دوسرا جملہ حسب ذیل معلوم کیا جا سکتا ہے۔

$\text{غح}_{\text{حم}} = \text{غح}_{\text{د}} - \text{س}$ کو (۴) میں مندرج کرنے سے

$$\text{فہ}_{۲}-\text{فہ}_{۱} = (\text{غح}_{\text{د}} - \text{س})\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱}} + \text{س}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{حم}_{۲}}{\text{حم}_{۱}}$$

$$= \text{غح}_{\text{د}}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱}} - \text{س}\left(\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱}} - \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{حم}_{۲}}{\text{حم}_{۱}}\right)$$

$$= \text{غح}_{\text{د}}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱}} - \text{س}\ \text{لوک}_{\text{و}}\left(\frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱}} \times \frac{\text{حم}_{۱}}{\text{حم}_{۲}}\right)$$

$$= \text{غح}_{\text{د}}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱}} - \text{س}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}} \quad \text{(۷) سے} .... (۹)$$

اس لیے کسی کامل گیس کی ناکارگی کے تغیر کا حساب کرنے میں جبکہ اس کی حالت $\text{د}_{۱}$، $\text{حم}_{۱}$، $\text{ت}_{۱}$ سے $\text{د}_{۲}$، $\text{حم}_{۲}$، $\text{ت}_{۲}$ تک بدلتی ہے تو ہم مساوات (۴)، (۸)، یا (۹) میں سے کوئی ایک استعمال کر سکتے ہیں۔ یعنے

$$\text{فہ}_{۲}-\text{فہ}_{۱} = \begin{cases} \text{غح}_{\text{حم}}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱}} + \text{س}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{حم}_{۲}}{\text{حم}_{۱}} \\ = \text{غح}_{\text{حم}}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}} + \text{غح}_{\text{د}}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{حم}_{۲}}{\text{حم}_{۱}} \\ = \text{غح}_{\text{د}}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱}} - \text{س}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}} \end{cases}$$

اگر برطانوی اکائیاں استعمال کی جائیں تو س، $\text{غح}_{\text{د}}$ اور $\text{غح}_{\text{حم}}$ ب۔ح۔ا یا ھ۔ح۔ا میں ظاہر ہونے چاہئیں۔ $\text{حم}_{۲}$ اور $\text{حم}_{۱}$ مکعب فٹوں میں، $\text{د}_{۲}$ اور $\text{د}_{۱}$

فی مربع فٹ پونڈوں میں۔ تب ناکارگی کا تغیر "ناکارگی کی اکائیوں میں" ناپا جائیگا۔ ناکارگی کی اکائی کے لیے کلیتہً تو کوئی نام اختیار نہیں کیا گیا لیکن پروفیسر پیری[1] کی تجویز ہے کہ ناکارگی رینکوں (Ranks) میں ناپی جائے۔

حالت کا ہم پیشی تغیر اگر $\text{د}_1\ \text{حم}_1$ سے $\text{د}_2\ \text{حم}_2$ تک عمل میں آئے اور $\text{ت}_1 = \text{ت}_2$ تو مساوات (۴) ذیل کی صورت اختیار کریگی

$$\text{فہ}_2 - \text{فہ}_1 = \text{نخ}_{\text{حم}}\ \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_2}{\text{ت}_1} + \text{سا}\ \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حم}_2}{\text{حم}_1}$$

$$= \text{سا}\ \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حم}_2}{\text{حم}_1}\ \text{یا}\ (\text{نخ}_{\text{د}} - \text{نخ}_{\text{حم}})\ \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حم}_2}{\text{حم}_1} \quad \ldots\ (۱۰)$$

اگر تغیر مستقل حجم کے تحت عمل میں آئے یعنی $\text{حم}_2 = \text{حم}_1$ تو (۴) کی صورت یہ ہوگی

$$\text{فہ}_2 - \text{فہ}_1 = \text{نخ}_{\text{حم}}\ \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_2}{\text{ت}_1} \quad \ldots\ldots\ (۱۱)$$

اگر تغیر مستقل دباؤ کے تحت عمل میں آئے یعنی $\text{د}_2 = \text{د}_1$ تو (۸) حسب ذیل ہوگا

$$\text{فہ}_2 - \text{فہ}_1 = \text{نخ}_{\text{حم}}\ \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{د}_2}{\text{د}_1} + \text{نخ}_{\text{د}}\ \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حم}_2}{\text{حم}_1}$$

$$= \text{نخ}_{\text{حم}}\ \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{حم}_2}{\text{حم}_1} \quad \ldots\ldots\ (۱۲)$$

(۱۹) **ناکارگی کے تغیر کا جملہ جبکہ عمل عام کلیہ $\text{د}\ \text{حم}^{\text{ن}} = \text{م}$ کے مطابق ہو۔** دفعہ ۱۴ (۵) میں یہ تبلایا جاچکا ہے کہ حرارت جو گیس کو پہنچائی گئی یا اس سے لی گئی یہ ہے

[1] Perry

$$\text{ح} = \frac{\text{جہ} - \text{ن}}{\text{جہ} - \text{۱}} \times \text{کیا ہوا کام}$$

حالت کے ایک چھوٹے سے تغیر پر غور کریں تو ہم لکھ سکتے ہیں کہ

$$\text{مف ح} = \frac{\text{جہ} - \text{ن}}{\text{جہ} - \text{۱}} \times \text{د مف حم}$$

ت سے تقسیم کریں تو

$$\frac{\text{مف ح}}{\text{ت}} = \frac{\text{جہ} - \text{ن}}{\text{جہ} - \text{۱}} \times \frac{\text{د}}{\text{ت}}\,\text{مف حم}$$

یا چونکہ $\frac{\text{د}}{\text{ت}} = \frac{\text{س}}{\text{حم}}$ (۳) سے انتہا میں

$$\frac{\text{فرح}}{\text{ت}} = \frac{\text{جہ} - \text{ن}}{\text{جہ} - \text{۱}} \times \text{س}\,\frac{\text{فرحم}}{\text{حم}}$$

تکمل کرنے سے

$$\int_{\text{ت}_\text{۱}}^{\text{ت}_\text{۲}} \frac{\text{فرح}}{\text{ت}} = \text{س} \times \frac{\text{جہ} - \text{ن}}{\text{جہ} - \text{۱}} \int_{\text{حم}_\text{۱}}^{\text{حم}_\text{۲}} \frac{\text{فرحم}}{\text{حم}}$$

$$\text{فہ}_\text{۲} - \text{فہ}_\text{۱} = \text{س} \times \frac{\text{جہ} - \text{ن}}{\text{۱} - \text{جہ}}\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{حم}_\text{۲}}{\text{حم}_\text{۱}}$$

لیکن $\frac{\text{حم}_\text{۲}}{\text{حم}_\text{۱}} = \left(\frac{\text{ت}_\text{۱}}{\text{ت}_\text{۲}}\right)^{\frac{\text{۱}}{\text{۱} - \text{ن}}}$ دفعہ ۱۱ (۴) سے

اور $\text{س} = \text{نکم}\,(\text{جہ} - \text{۱})$ دفعہ ۷ (۲) سے

اس لیے $\text{فہ}_\text{۲} - \text{فہ}_\text{۱} = \text{س} \times \frac{\text{جہ} - \text{ن}}{\text{۱} - \text{جہ}}\,\text{لوک}_\text{و}\left(\frac{\text{ت}_\text{۱}}{\text{ت}_\text{۲}}\right)^{\frac{\text{۱}}{\text{۱} - \text{ن}}}$

$$= \text{غ}_{\text{حم}}(\text{جہ}-\text{۱})\times\frac{\text{جہ}-\text{ن}}{\text{جہ}-\text{۱}}\times\frac{\text{۱}}{\text{ن}-\text{۱}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{\text{۱}}}{\text{ت}_{\text{۲}}}$$

$$= \text{غ}_{\text{حم}}\frac{\text{جہ}-\text{ن}}{\text{ن}-\text{۱}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{\text{۱}}}{\text{ت}_{\text{۲}}}\ \ldots\ldots\ldots\ \text{(۱۳)}$$

مثال ۔ ناکارگی میں تغیر دریافت کرو جبکہ ۳۲° ف اور کرۂ ہوائی کے دباؤ پر کی ایک پونڈ ہوا میں ۲ مکعب فٹ اور ۵۳۹° ف تک تغیر ہوتا ہے۔

$\text{غ}_{\text{د}} = \text{۰٫۲۳۷۵}$ اور $\text{غ}_{\text{حم}} = \text{۰٫۱۶۹۱}$

دفعہ ۱۶ میں کے (۴)، (۸) اور (۹) مساواتوں میں سے کوئی ایک ہم استعمال کر سکتے ہیں۔

یہاں $\text{د}_{\text{۱}} = \text{۱۴٫۷}\times\text{۱۴۴} = \text{۲۱۱۶}$ پونڈ فی مربع فٹ

$\text{حم}_{\text{۱}} = \frac{\text{۴۹۳}\times\text{۵۳٫۱۸}}{\text{۲۱۱۶}} = \text{۱۲٫۳۹}$ مکعب فٹ

$\text{ت}_{\text{۱}} = \text{۳۲} + \text{۴۶۱} = \text{۴۹۳}^{\circ}$ مطلق

$\text{ت}_{\text{۲}} = \text{۵۳۹} + \text{۴۶۱} = \text{۱۰۰۰}^{\circ}$ مطلق

$\text{حم}_{\text{۲}} = \text{۲}$ مکعب فٹ

دفعہ ۱۶ مساوات (۴) استعمال کرنے سے

$\text{ر} = \text{غ}_{\text{د}} - \text{غ}_{\text{حم}} = \text{۰٫۲۳۷۵} - \text{۰٫۱۶۹۱}$

$= \text{۰٫۰۶۸۴}$ یا ۵۳٫۱۸ فٹ پونڈ

$$\text{فہ}_{\text{۲}}-\text{فہ}_{\text{۱}} = \text{غ}_{\text{حم}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{\text{۲}}}{\text{ت}_{\text{۱}}} + \text{ر}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{حم}_{\text{۲}}}{\text{حم}_{\text{۱}}}$$

$$= \text{۰٫۱۶۹۱}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{۱۰۰۰}}{\text{۴۹۳}} + \text{۰٫۰۶۸۴}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{۲}}{\text{۱۲٫۳۹}}$$

= ۰٫۱۱۹۶ − ۰٫۱۲۴۷

= −۰٫۰۰۵۱ رینک

(۲۰) دفعہ ۹ مساوات (۸) استعمال کرنے سے

$$\text{د}_{۲}\,\text{حم}_{۲} = \text{ر}\,\text{ت}_{۲}$$

$$\text{د}_{۲} = \frac{\text{ر}\,\text{ت}_{۲}}{\text{حم}_{۲}} = \frac{۱۰۰۰ \times ۵۳٫۱۸}{۲}$$

= ۲۶۵۹۰ پونڈ فی مربع فٹ

$$\text{ف}_{۲} - \text{ف}_{۱} = \text{غ}_{\text{حم}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}} + \text{غ}_{\text{و}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{حم}_{۲}}{\text{حم}_{۱}}$$

$$= ۰٫۱۶۹۱\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{۲۶۵۹۰}{۲۱۱۶} + ۰٫۲۳۷۵\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{۲}{۱۲٫۳۹}$$

= ۰٫۴۲۸۰ − ۰٫۴۳۳۱ = −۰٫۰۰۵۱ رینک

دفعہ ۱۶ مساوات (۹) سے بھی

$$\text{ف}_{۲} - \text{ف}_{۱} = \text{غ}_{\text{و}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱}} - \text{ر}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}$$

$$= ۰٫۲۳۷۵\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{۱۰۰۰}{۴۹۳} - ۰٫۰۶۸۴\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{۲۶۵۹۰}{۲۱۱۶}$$

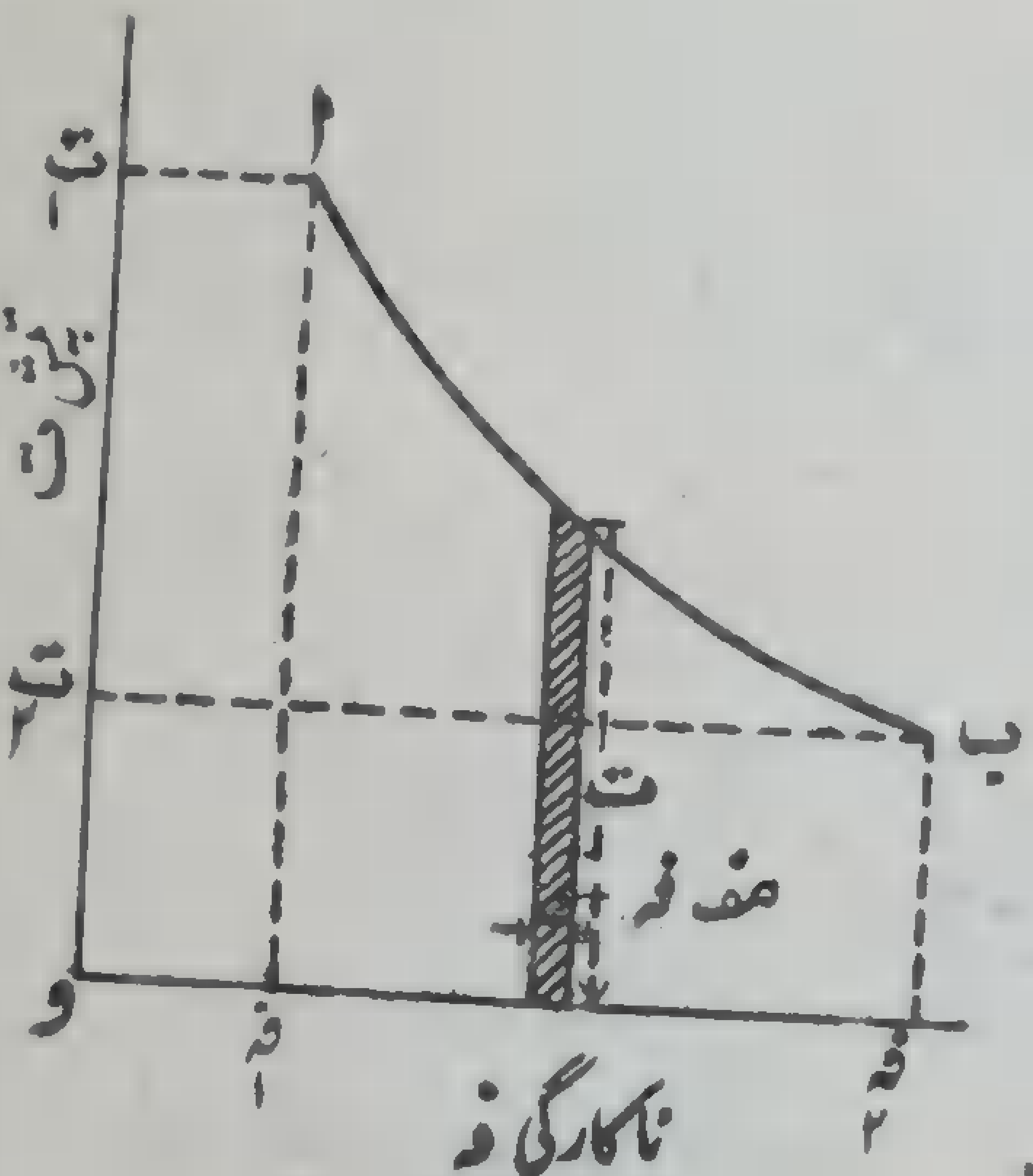
= ۰٫۱۶۸۰ − ۰٫۱۷۳۱ = −۰٫۰۰۵۱ رینک

کسب ناکارگی ($\text{ف}_{۲} - \text{ف}_{۱}$) اگر منفی ہو تو اس کا مفہوم یہ ہے کہ دوران تغیر میں ہوا میں ناکارگی کا نقصان عمل میں آرہا ہے جس کی مقدار ۰٫۰۰۵۱ رینک ہے۔

۱۷۔ تپش ناکارگی کے نقشہ کے ذریعہ پھیلتی ہوئی گیس کا کیا ہوا کام

فرض کرو کہ گیس کی ابتدائی تپش $\text{ت}_{۱}$ اور پھیلنے کے ختم پر آخری تپش $\text{ت}_{۲}$ ہے اور فرض کرو کہ

اب (شکل ۴) پھیلاؤ کے لیے تپش ناکارگی کا منحنی ہے، اور فرض کرو مف ح حرارت کی وہ تھوڑی مقدار ہے جو کسی تپش ت پر پہنچائی گئی ہے اور جس کی وجہ ناکارگی کا چھوٹا تغیر مف فہ عمل میں آتا ہے۔



شکل (۴)

$$\text{تب مف فہ} = \frac{\text{مف ح}}{\text{ت}}$$

$$\text{ت مف فہ} = \text{مف ح} \quad \text{یا} \quad \int \text{ت فر فہ} = \text{ح}$$

نقشہ کی ایک ابتدائی پٹی پر غور کرو جس کا عرض مف فہ ہو اور اونچائی ت، تب پٹی کا رقبہ ت مف فہ ہے اور متذکرۂ بالا کی رو سے یہ مف ح کو تعبیر کرتا ہے۔

منحنی اب کے تحت کا کل رقبہ

$$= \int_{\text{فہ}_1}^{\text{فہ}_2} \text{ت فر فہ} = \text{ح}$$

جو پھیلاؤ کے دوران میں کل پہنچائی ہوئی حرارت کے مساوی ہے۔

اسی طرح اگر گیس تپش ت_2 سے تپش ت_1 تک پچکائی جائے تو وہ متذکرۂ بالا حرارت کی مقدار کے مساوی خارج کریگی۔

فرض کرو کہ گیس تغیرات کے مکمل دور میں سے گذرتی ہے یہاں تک کہ اس کی تپش دباؤ اور حجم اخیر میں وہی ہو جاتے ہیں جو دور کے شروع میں تھے۔ تب تپش ناکارگی کے نقشہ کی ایک گھری ہوئی شکل ہوگی جیسے شکل ۳ میں دی ہوئی ہے۔

فرض کرو ح حرارت کی وہ مقدار ہے جو گیس کو پہنچائی گئی اور ح_2 وہ مقدار ہے جو گیس نے اثناء دور خارج کی تب گھری ہوئی شکل کا رقبہ حاصل کرنے کے لیے پورے دور پر تکمل کرنا چاہیے۔ (۲۱)

اور یہیں

ر ت فرقہ = ح۱ - ح۲ حاصل ہوگا۔

اب ح۱ - ح۲ مساوی ہے اس حرارت کے جو کام میں تبدیل ہوئی، اس لیے ہم دیکھتے ہیں کہ تپش ناکارگی کے نقشہ کا رقبہ کسی پیمانہ پر مکمل دور میں کیے ہوئے کام کو تعبیر کرتا ہے۔

امثلہ نمبری (۱)

(۱) ۳ پونڈ ہوا کا حجم دریافت کرو جبکہ دباؤ ۷۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہو اور تپش ۵۰° ف۔ [نخ د = ۱۸۳٫۴ فٹ پونڈ اور نخ حم = ۱۳۰٫۲ فٹ پونڈ]

(۲) ۳۲° ف پر کی ایک پونڈ ہوا کا حجم مستقل کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تحت دوگنا کیا جاتا ہے۔ آخری تپش کیا ہوگی؟ بدورانِ پھیلاؤ بیرونی کام کتنا کیا گیا اور پھیلاؤ کے دوران میں کتنی حرارت پہنچانے کی ضرورت ہوئی؟ [نخ د = ۰٫۲۳۷۵]

(۳) ایک استوانہ میں ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ پر ۰٫۵ مکعب فٹ گیس ہے۔ اس کو ۹۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ تک پچکانے کے لیے کام کی صرف شدہ مقدار دریافت کرو۔ پچکاؤ کا کلیہ د حم^۱٫۳۵ = مر ہے۔

(۴) ایک انجن کے فشارہ کا رقبہ ۱۰۰ مربع انچ ہے۔ استوانہ کی لانبائی جو گیس سے بھری ہوئی ہے اگر ۱۸ انچ ہو جبکہ دباؤ ۱۲۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق رہے تو وہ کام دریافت کرو جو فشارہ کو دو فیٹ چلانے میں گیس کریگی پھیلاؤ کا کلیہ د حم^۱٫۵ = مر لیا جائے۔

(۵) سوال ۴ میں اگر گیس کی تپش پھیلاؤ کے دوران میں مستقل رکھی جائے تو کام دریافت کرو جو گیس کریگی۔

(۶) ایک گیس انجن کے استوانہ میں ۱۴٫۷ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ پر کی ۵ مکعب فٹ گیس اور ہوا، ایک مکعب فٹ والی فراغ کی فضا میں پچکائی جاتی ہے۔ اگر پچکاؤ حرناگذار ہو تو (ا) پچک ضرب کے ختم پر دباؤ کیا ہوگا اور (ب) بھرن کو پچکانے میں

کتنے فٹ پونڈ کام خرچ ہوگا۔ [جـ = ۱ء۴۲]

(۷) ۵ء۱ مکعب فٹ میں بھری ہوئی ۰ء۱ پونڈ گیس اگر ایک استوانہ میں مستقل دباؤ ۱۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق کے تحت ایک مکعب فٹ حجم تک پھیلائی جائے اور اس کے بعد حرناگذار طور پر ۵ مکعب فٹ تک پھیلائی جائے تو دریافت کرو گیس کی تپش (ا) مستقل دباؤ کی منزل کے ختم پر اور (ب) حرناگذار پھیلاؤ کے ختم پر اور دریافت کرو عمل کے ہر حصہ کے دوران میں حرارت جو خرچ ہوئی اور کام جو کیا گیا۔ $ج_د$ = ۱۹۰ فٹ پونڈ اور $ج_{حم}$ = ۳۴۴ فٹ پونڈ لیے جائیں۔ (لندن یونیورسٹی)

(۸) گیس اور ہوا کے آمیزہ کی تپش ایک گیس انجن میں داخلہ ضرب کے اختتام پر ۹۰° ف ہے اور دباؤ ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے۔ فراغ کا حجم ۴ء۶ مکعب فٹ ہے اور کل حجم فراغ اور فشارہ کے ہٹاؤ کا ۱۲ مکعب فٹ ہے۔ حرناگذار پچکاؤ د $حم^{۱ء۳۴}$ = مر مان کر پچک ضرب کے ختم پر تپش دریافت کرو۔ اشتعال کے بعد اگر دباؤ ۲۴۰ پونڈ فی مربع انچ ہو تو استوانہ میں کی تپش دریافت کرو۔ (لندن یونیورسٹی)

(۹) ایک تیل انجن میں فشارہ کا ہٹاؤ ۳۹۵ء۰ مکعب فٹ ہے اور فراغ کی فضا ۲۱۰ء۰ مکعب فٹ ہے۔ بھرن کا دباؤ پچکاؤ شروع ہونے کی آن میں ۱۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے۔ پچک ضرب کے اختتام پر دباؤ اور تپش دریافت کرو اگر پچکاؤ شروع ہونے کی آن میں تپش ۱۶۴° ف تھی۔ پچکاؤ کا کلیہ د $حم^{۱ء۳۹}$ = مر فرض کیا جائے۔ (لندن یونیورسٹی)

(۱۰) اگر ۲۰ مکعب فٹ خشک ہوا حرناگذار طور پر ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ اور ۹۰° ف سے ۲۲۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک پچکائی جائے تو پچکاؤ کے بعد کی تپش اور کام جو خرچ ہوا دریافت کرو۔ [جـ = ۱ء۳۴]

(۱۱) اگر ۱۳ مکعب فٹ ہوا ۹۰° ف اور ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق پر ۲۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ تک پھیلائی جائے تو آخری حجم اور کام جو پھیلاؤ کے دوران میں کیا گیا دریافت کرو۔ (ا) جبکہ پھیلاؤ ہم تپشی ہے (ب) جبکہ پھیلاؤ حرناگذار ہے۔

(۱۲) ایک گیس انجن کے مظہار نقشے کے پھیلاؤ منحنی کا کلیہ د $حم^{۱ء۳۷}$ = مر ہے

نخ د / نخ حم = ۱٫۳۷ مان کر حرارت کے وصولی کی شرح فر ح / فر حم معلوم کرو۔ اگر پچکاؤ کے منحنی کا کلیہ د حم^۱٫۲۵ = م ہے تو حرارت کے وصولی کی شرح پچکاؤ کے دوران میں (۲۲)
دریافت کرو۔ اگر فشارہ ۶۰۰ مکعب فٹ فی منٹ طے کرتا ہے جبکہ پھیلاؤ کے منحنی پر کا دباؤ ۱۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے تو اس آن میں حرارت کے وصولی کی شرح فی ثانیہ کیا ہوگی؟

(۱۳) ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ پر کی ہوا ایک استوانہ میں کھینچی جا کر حرناگذار طور پر ۱۳۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ تک پچکائی جاتی ہے اور تب اس دباؤ کے تحت ایک قابلہ میں چھوڑی جاتی ہے۔ اس کی ابتدائی تپش ۵۰° ف تھی۔ قابلہ میں دبی ہوا ۵۰° ف تک ٹھنڈی ہوتی ہے اور قابلہ میں یکساں دباؤ قائم رکھنے کے لیے دبی ہوا کا مساوی وزن ہر دم کھینچا جا کر ایک کامی استوانہ میں ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ تک ہم تپشی طور پر پھیلائی جاتی ہے تو معلوم کرو (ا) فشاردہ میں فی مکعب فٹ ہوا کے لیے کام جو خرچ ہوا (ب) کام جو فی مکعب فٹ ہوا کے پھیلنے میں کیا جائے (ج) قابلہ میں داخل ہوتے وقت ہوا کی تپش۔

(۱۴) ۱۵۹۵۰ پونڈ فی مربع فٹ دباؤ اور ۹۰۰° مطلق تپش پر کی ایک پونڈ ہوا جس کا حجم ۳ مکعب فٹ ہے ۱۲ مکعب فٹ حجم تک مستقل دباؤ کے تحت پھیلتی ہے پھیلاؤ کے بعد کا دباؤ۔ حرارت جو لی گئی۔ اور کسب ناکارگی دریافت کرو۔

(۱۵) ۶۷۶ پونڈ فی مربع فٹ مطلق دباؤ اور ۵۳۹° ف پر کی ۴۶٫۲۴ مکعب فٹ ہوا اگر ہم تپشی طور پر ۱۰٫۶۲ مکعب فٹ حجم تک پچکائی جائے تو پچکاؤ کے بعد دباؤ کیا ہوگا۔ اور کام جو اس پر کیا گیا۔ حرارت جو اس سے لی گئی اور ناکارگی کا نقصان دریافت کرو۔

(۱۶) ۹۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ اور ۹۵° ف پر کی ۱۰ مکعب فٹ ہوا چار گنے حجم تک پھیلائی جاتی ہے۔ پھیلاؤ کے منحنی کا کلیہ د حم^۱٫۲۵ = م ہے۔ نخ حم = ۱۳۰٫۲ فٹ پونڈ۔ ناکارگی کا تغیر دریافت کرو۔ [جہ = ۱٫۴]

دوسرا باب

گرم ہوا کے انجن

(۳۳)

۱۸۱۔ اقسام اور تبصرہ — گرم ہوا کے انجن دو قسموں میں منقسم کیے جا سکتے ہیں (۱) بیرونی اور (۲) اندرونی احتراقی انجن۔ پہلی قسم میں کام کرنے والی شے ہوا ہوتی ہے جو بیرونی بھٹی سے مسخن (یا وہ ظرف جس میں وہ بھری ہوئی ہے) کے ذریعہ ایصال کے عمل سے حرارت حاصل کرتی ہے جس طرح کہ جوشارہ میں نلکیوں اور نلبوں کے ذریعہ بھاپ حرارت حاصل کرتی ہے۔ دوسری قسم میں کامی شے کسی ایندھن کے اُس احتراق کا حاصل (گیسوں کا آمیزہ) ہوتا ہے جو انجن کے اندر ہی عمل میں آتا ہے اور ایندھن ٹھوس، مائع، یا گیس ہو سکتا ہے۔ مفہوم کو وسیع کرنے سے دوسری قسم میں گیس اور تیل کے انجن دونوں شامل ہیں جن پر تیرہویں اور پندرھویں بابوں میں علیحدہ علیحدہ بحث کی گئی ہے۔

سیر شدہ بھاپ استعمال کرنے والے بھاپ انجن سے مقابلۃً ہوائی انجن زیادہ مفید ہے چونکہ اس میں کامی شے کی تپش اور دباؤ ایک دوسرے پر منحصر نہیں رہتے۔ کسی حرارتی انجن میں جو سیر شدہ بخار استعمال کرتا ہے تپش کی بالاتر حد عملی وجوہات کی بناء پر کم ہونی چاہیئے چونکہ تپش کی بلندی کے ساتھ دباؤ بھی شدید ہو جاتا ہے۔ ہوائی

انجن میں تپش کی بالاتر حد جو بھاپ انجن کی جائز حد سے بہت بڑھ کر ہے استعمال کی جا سکتی ہے
اور تپش کی کمتر حد اگر بڑھائی نہ جائے تو حرحرکیاتی استعداد میں ترقی ہو جائیگی - کیونکہ
حرارتی انجن کی استعداد تپشوں کی وسعت پر منحصر ہے - (دفعہ ۲۱)

اگرچہ برگرم بھاپ استعمال کرنے سے ہم تپش کی بالاتر حد کو بڑھا سکتے ہیں
لیکن بھاپ جو شمارہ میں تبخیر کی تپش پر جو مقابلۃً بہت کم ہے حرارت کی زیادہ مقدار
حاصل کرتی ہے اس لیے حرحرکیاتی استعداد گھٹ جاتی ہے کیونکہ اعظم استعداد کے لیے
حرارتی انجن کو چاہیے کہ اعلیٰ ترین تپش پر تمام حرارت حاصل کرلے اور ادنیٰ ترین تپش
پر تمام حرارت خارج کرے (دفعہ ۲۴)

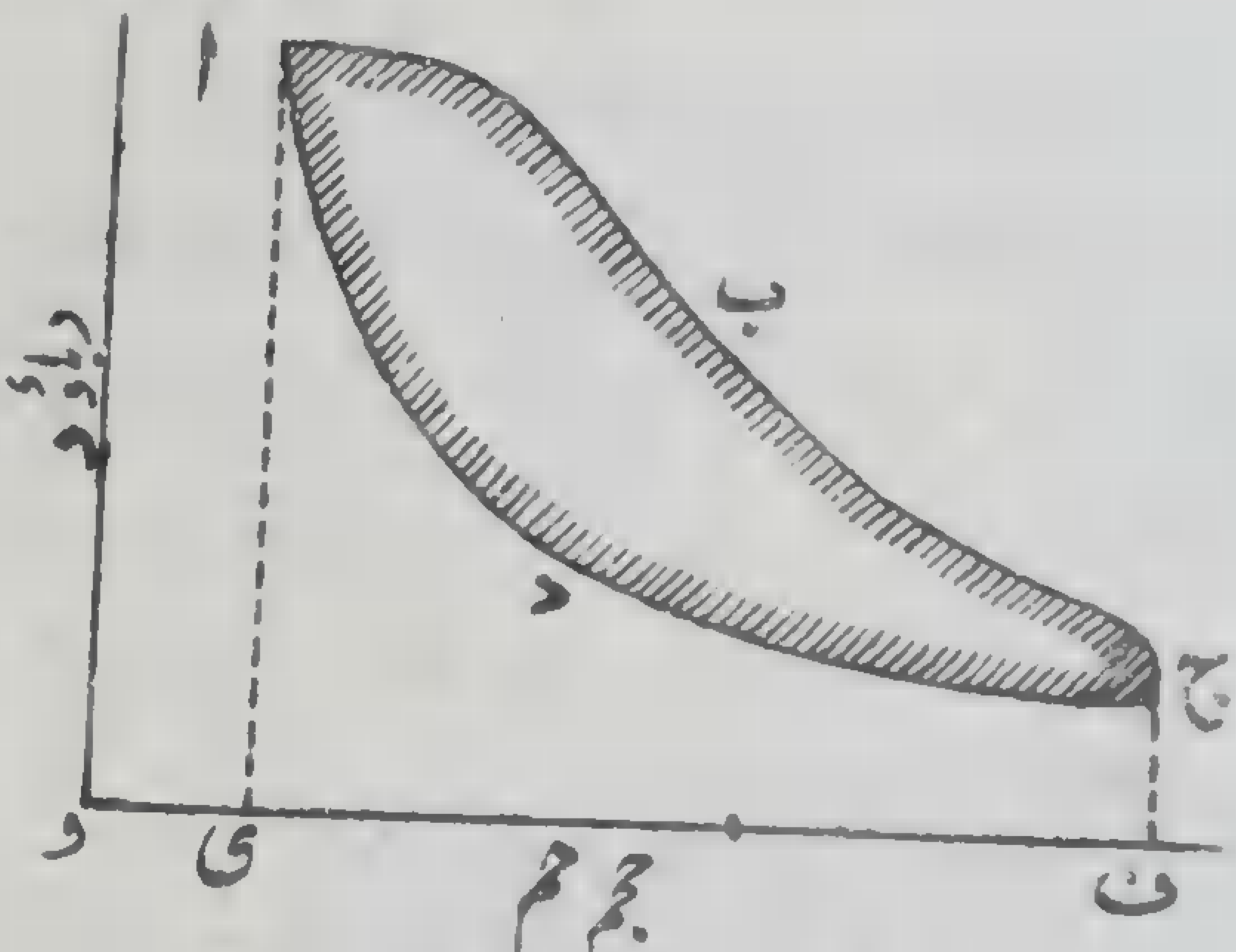
ہوا کے بیرونی احتراقی انجن میں بھٹی کے احتراق کی تپش اور ظرف میں کی ہوا کی
تپش میں بہت فرق ہونا چاہیے - کیونکہ حرارت کا ایصال مسخن کے دیواروں کے ذریعہ
تیزی سے عمل میں آنے کے لیے اس تپش کا گرنا ضروری ہے جس کی وجہ استعداد میں
کمی واقع ہو جاتی ہے - اندرونی احتراقی انجنوں میں قاعدہ یہ ہے کہ خود انجن کے اندر
احتراق کی تپش حرحرکیاتی دور کی بالاتر حد ہوتی ہے -

بیرونی احتراقی انجن کے استعمال میں خامی یہ ہے کہ اس کی حرارت پہنچانے والی
دھاتی سطح بہت بڑی ہوتی ہے جو ہوا کو حرارت پہنچانے کے لیے مطلوب ہے اور یہ
(۲۴) بڑی سطح ہمیشہ بہت بلند تپش پر رہنے کی وجہ جلد جل جاتی ہے -

۱۹ - ترسیمی تعبیر اس کام کی جو ایک سیال کے تبدیل حجم کے دوران میں کیا جاتا ہے -

فرض کرو شکل (۵) دباؤ حجم کے نقشہ کو تعبیر کرتا ہے جس میں معینین دباؤ کو تعبیر کرتے ہیں اور فصلے حجم کو - فاصلہ و ی کامی سیال کے ابتدائی حجم کو تعبیر کرتا ہے اور ی ا ابتدائی دباؤ کو - سیال کسی منحنی ا ب ج کے سمت میں حجم ی ف اور دباؤ ف ج تک پھیلتا ہے تو اس منحنی کے تحت کا رقبہ کسی پیمانہ میں اس کام کو تعبیر کرتا ہے جو پھیلاؤ کے دوران میں سیال نے کیا ہے - فرض کرو کہ پچکاؤ منحنی ج د ا کے سمت عمل میں آتا ہے -

اس دوران میں کام جو سیال پر کیا گیا، اسی پیمانہ میں منحنی کے تحت کے رقبہ سے تعبیر ہوتا ہے۔ اس لیے سایہ دار رقبہ ان دونوں مقداروں کے فرق کو تعبیر کرتا ہے جو بدوران عمل سیال کے کیے ہوئے خالص کام کی مقدار کے مساوی ہے۔ ایسا نقشہ دباؤ حجم یا اظہار نقشہ کہلاتا ہے۔



شکل (۵)

عام رقوم میں

حرارت جو حاصل کی گئی = کیا ہوا کام + خارج شدہ حرارت

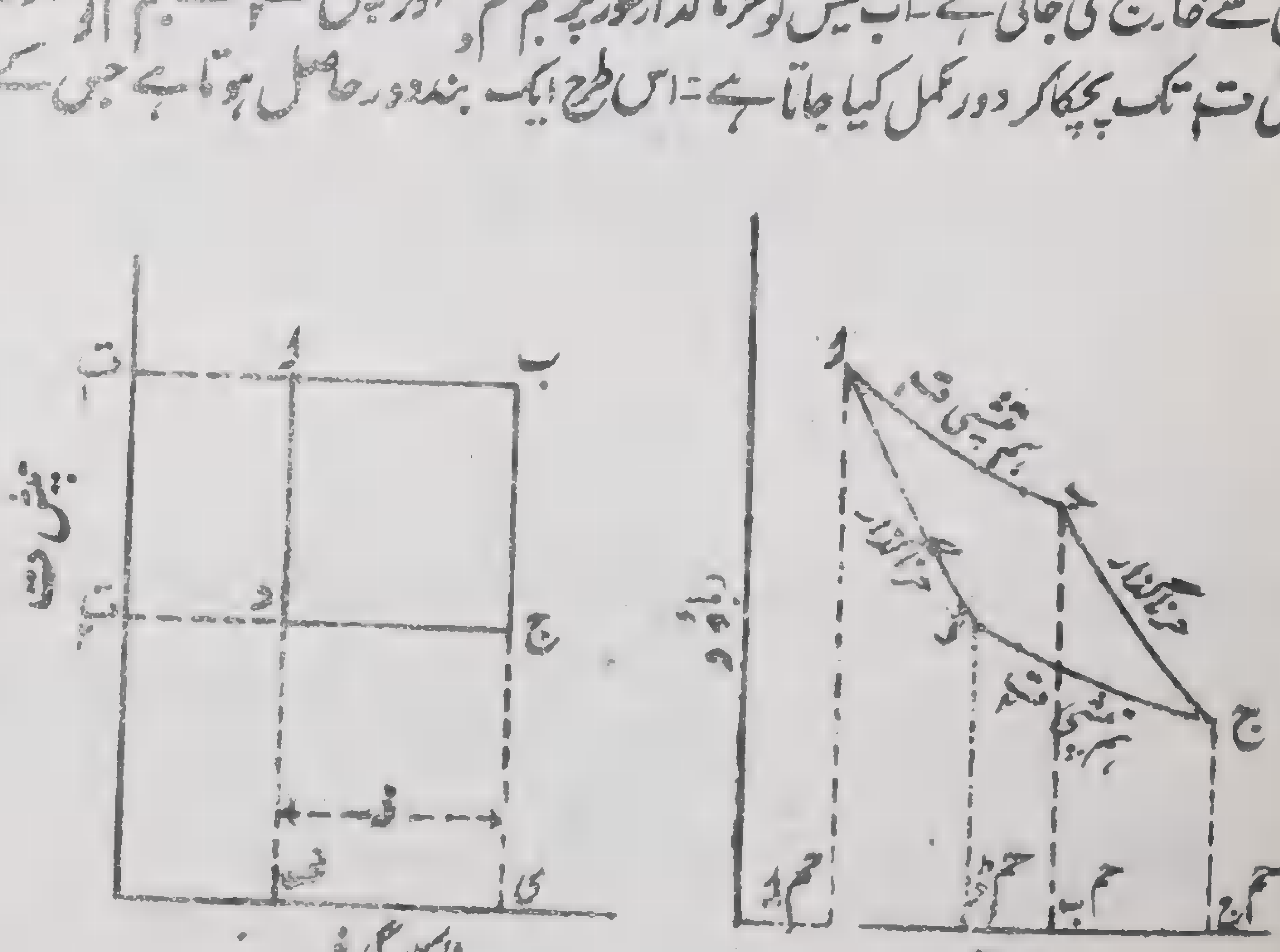
رقبہ ی اب ج ف = سایہ دار رقبہ ا ب ج د + رقبہ ی ا د ج ف

۲۰۔ عمل کے دور — کامی شے حرارت کے مبدا سے حرارت حاصل کرتی ہے اور ایک استوانہ میں مفید کام کرتی ہوئی پھیلتی ہے اور اس کے بعد حرارت جو استعمال نہ ہوتی ہو مکثفہ یا سرد جسم میں خارج کردیتی ہے۔ کامی شے پھر دوبارہ حرارت حاصل کرتی ہے اور عملوں کا وہی دورِ عمل میں آتا ہے اس طرح کہ ہر دور کے بعد وہ شے دباؤ، حجم، اور تپش کی اسی حالت پر آجاتی ہے جو ابتدا میں تھی۔ دوسرے الفاظ میں وہ ایک بند دور میں سے گزرتی ہے۔ اس طرح حرارتی انجن کے تین اہم اعضاء ہوتے ہیں (۱) ایک گرم جسم (۲) ایک سرد جسم (۳) کامی سیال۔

۲۱۔ کارنو کا دور — کارنو نے ۱۸۲۴ء میں بتلایا کہ کامل گیس کو بطور کامی سیال کے استعمال کرنے والے تصوری کامل حرارتی انجن کے ذریعہ حرارت کی

مقدار جو حیلی کام میں تبدیل ہو سکتی ہے وہ صرف تپش کی کافی وسعت پر منحصر ہوتی ہے۔ چونکہ کوئی گیس کامل نہیں ہوتی اور عملاً کوئی کامل انجن نہیں بنایا جا سکتا اس لیے کارنو کے دور کے ذریعہ کسی انجن کے حقیقی عمل کا مقابلہ اس بہترین نظری عمل سے ہو سکتا ہے جو مساوی تپش کی وسعت کے تحت ممکن ہو سکے۔

شکل ۶ میں (ا) دباؤ حجم اس دور پر کام کرنے والے انجن کے مظاہرہ نقشہ کو ظاہر کرتا ہے۔ نقطہ (و) سے ابتدا کریں تو گیس ہم تپشی طور پر مستقل تپش $ت_۱$ کے تحت حجم $حم_و$ سے $حم_ب$ تک پھیلتی ہے اور تپش کو مستقل رکھنے کے لیے حرارت پہنچائی جاتی ہے۔ اس کے بعد حرارت کی رسد بند کر دینے پر گیس حر ناگذار طور پر حجم $حم_ج$ تک پھیلتی ہے اور تپش $ت_۲$ تک گھٹ جاتی ہے۔ فشارہ کے واپسی ضرب پر گیس ہم تپشی طور پر حجم $حم_ج$ سے
(۲۵) $حم_د$ تک مستقل تپش $ت_۲$ کے تحت پچکائی جاتی ہے اور تپش کو مستقل رکھنے کے لیے حرارت اس سے خارج کی جاتی ہے۔ اب گیس کو حر ناگذار طور پر حجم $حم_و$ اور تپش $ت_۱$ سے حجم $حم_و$ اور تپش $ت_۱$ تک پچکا کر دور مکمل کیا جاتا ہے۔ اس طرح ایک بند دور حاصل ہوتا ہے جس کے



(ب)   شکل (۶)   (و)

ختم پر گیس کے دباؤ حجم اور تپش وہی ہونگے جو دور کے شروع میں تھے۔

ٹھیک مقام کی دریافت جہاں سے ہم تپشی پچکاؤ روک دیا جاتا ہے۔

نقطۂ د کا ایسا انتخاب ہونا چاہیے کہ اگر اس میں سے ایک حرناگذار منحنی کھینچی جائے تو ابتدائی نقطہ ا میں سے گذرے۔

دفعہ ۱۱ مساوات (۴) سے

$$\frac{ت_۱}{ت_۲} = \left(\frac{حم_ج}{حم_ب}\right)^{ج-۱}$$

ب سے ج تک حرناگذار پھیلاؤ کے دوران میں ٹھنڈا کرنے کے لیے۔

اور اسی طرح گرم کرنے کے لیے حرناگذار پچکاؤ د سے ا تک کے دوران میں

$$\frac{ت_۱}{ت_۲} = \left(\frac{حم_ا}{حم_د}\right)^{ج-۱}$$

اس لیے
$$\left(\frac{حم_ج}{حم_ب}\right)^{ج-۱} = \left(\frac{حم_د}{حم_ا}\right)^{ج-۱}$$

یا
$$\frac{حم_ج}{حم_ب} = \frac{حم_د}{حم_ا}$$

اور اس لیے
$$\frac{حم_ج}{حم_د} = \frac{حم_ب}{حم_ا}$$

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ نقطہ د کا انتخاب ایسا ہونا چاہیے کہ ہم تپشی پھیلاؤ اور ہم تپشی پچکاؤ کی نسبت یکساں ہوں۔

(۲۶) دور کی استعداد۔ فرض کرو ہم تپشی پچکاؤ یا پھیلاؤ کی نسبت ب سے تعبیر ہوتی ہے تب بہ دوران منزل ا ب جو حرارت لی گئی = ر ت۱ لوگ ب

= گیس سے کیا ہوا کام

منزل ب ج حرارت نہ لی گئی اور نہ خارج کی گئی

ج د جو حرارت خارج کی گئی = $\text{ر}\,\text{ت}_۲\,\text{لوک}_\text{و}\,\text{ب}$ =

= گیس پر کیا ہوا کام

= د ا حرارت نہ لی گئی اور نہ خارج کی گئی

$$\text{اب استعداد} = \frac{\text{حرارت جو حیلی کام میں تبدیل کی گئی}}{\text{حرارت جو پہنچائی گئی}}$$

$$= \frac{\text{ر}\,\text{ت}_۱\,\text{لوک}_\text{و}\,\text{ب} - \text{ر}\,\text{ت}_۲\,\text{لوک}_\text{و}\,\text{ب}}{\text{ر}\,\text{ت}_۱\,\text{لوک}_\text{و}\,\text{ب}}$$

$$= \frac{\text{ت}_۱ - \text{ت}_۲}{\text{ت}_۱} \quad \text{.................. (۴)}$$

اس نتیجہ کا استخراج تپش ناکارگی کے نقشہ سے ۔

شکل ۶ میں (ب) تپش ناکارگی کے نقشہ کو ظاہر کرتا ہے کیونکہ تپش ناکارگی کے نقشہ کا رقبہ کیے ہوئے کام کو تعبیر کرتا ہے (دفعہ ۱۷)

کام جو گیس سے منزل ا ب میں کیا گیا رقبہ ف ا ب ی = $\text{فہ}\,\text{ت}_۱$ سے تعبیر ہوتا ہے۔

منزل ج د میں کام جو گیس پر کیا گیا رقبہ ف د ج ی = $\text{فہ}\,\text{ت}_۲$ سے تعبیر ہوتا ہے۔

اس لیے کیا ہوا خالص کام = ف ا ب ی - ف د ج ی

= رقبہ د ا ب ج

$$= \text{فہ} \times (\text{ت}_۱ - \text{ت}_۲)$$

$$\therefore \text{استعداد} = \frac{\text{رقبہ د ا ب ج}}{\text{رقبہ ف ا ب ج}}$$

$$= \frac{\text{فہ}\,(\text{ت}_۱ - \text{ت}_۲)}{\text{فہ}\,\text{ت}_۱}$$

$$= \frac{\text{ت}_۱ - \text{ت}_۲}{\text{ت}_۱} \quad \text{.................. (۴)}$$

۴۲۔ کارنو کا معکوس دور ـــــ اگر دور معکوس کر دیا جائے اور شکل ۶ میں دیے ہوئے مظہار نقشے کے نقطہ ج سے ابتداء کریں تو معلوم ہوگا کہ خالص کام جو گیس پر کیا گیا تھا وہ اب مساوی ہے اس کام کے جو گیس نے پیش دور میں کیا ہے کیونکہ اس تعاکس کے ساتھ حرارت کی ہر منتقلی کا تعاکس منازل ا ب اور ج د میں ٹھیک طور پر عمل میں آئیگا اور وہ انجن جس میں یہ امور ممکن ہیں حرحرکیاتی نقطۂ نظر سے تعاکس پذیر انجن کہلاتا ہے اور صرف کامل تصوری انجن تعاکس پذیر ہوتا ہے۔

۴۳۔ کارنو کا اصول ظاہر کرتا ہے کہ کوئی حراراتی انجن متعاکس انجن سے زیادہ استعداد والا نہیں ہوسکتا جبکہ دونوں تپش کے انہیں حدود میں کام کریں کارنو کا

طریقہ استدلال حسب ذیل ہے:۔

فرض کرو دو انجن پ اور ق جن میں ق متعاکس ہے ایک گرم جسم ا سے حرارت حاصل کرکے کام کرتے ہیں اور حرارت کو ایک سرد جسم ج میں خارج کرتے ہیں فرض کرو ح پ حرارت کی وہ مقدار ہے جو پ کام کی ہر اکائی کے لیے ا سے حاصل کرتا ہے اور ح ج حرارت کی وہ مقدار ہے جو وہ ج میں خارج کرتا ہے۔ فرض کرو ق، پ سے زیادہ استعداد والا ہے تب وہ کام کی ہر اکائی کے لیے پ کے بہ نسبت ا سے حرارت کی کم مقدار حاصل کریگا۔ (ح ا ۔ ق بالفرض) اور ج میں کم خارج کریگا۔ (ح ج ۔ ق بالفرض)

اب فرض کرو کہ ق راست کام کرتا ہے اور حرارت کو کام میں تبدیل کرتے ہوئے پ کو متعاکس انجن کے طور پر چلاتا ہے (یعنے پ کام کو حرارت میں تبدیل کرتا ہے) تب کام کی ہر اکائی کے لیے جو ق، پ پر کرتا ہے ح ا ۔ ق حرارت کی اکائیاں ا سے ق لیتا ہے، جبکہ ح ا حرارت کی اکائیاں پ کے متعاکس عمل سے ا کو واپس ہوتی ہیں۔ اس طرح کام کی ہر اکائی کے لیے جو ق پ پر کرتا ہے گرم جسم کی حرارت میں بحیثیت مجموعی مقدار "ق" کا اضافہ ہوگا۔ (۳۴)

پھر ق سرد جسم ج کو حج - قَ حرارت دیتا ہے جبکہ پ، ج سے حج حرارت حاصل کرتا ہے اس طرح سرد جسم ج میں حرارت کی مقدار "قَ" کا نقصان ہوتا ہے ہر کام کی اکائی کے لیے جو ق، پ پر کرتا ہے - اس لیے مجموعی عمل کا نتیجہ یہ نکلتا ہے کہ حرارت سرد جسم ج سے گرم جسم ا میں منتقل ہوتی ہے۔

اب حرحرکیات کا دوسرا کلیہ (دفعہ ٢٥) بتلاتا ہے کہ یہ ناممکن ہے اس لیے ق، پ سے زیادہ استعداد والا نہیں ہوسکتا جس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ ق اور پ کی یکساں استعداد ہونی چاہیے۔

٢٤- اعظم استعداد کے لیے شرائط ـــــ دفعہ ٢١ میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ حرارت کی مقدار جو میکانی کام میں تبدیل ہوسکتی ہے وہ تپش کی کامی وسعت پر منحصر ہوتی ہے۔ حرارت کی مقدار خواہ کتنی ہی بڑی کیوں نہ ہو تپش کی کامی وسعت نہ ہونے کی صورت میں (یعنے ت۱ = ت۲) کوئی کام نہ ہوسکیگا۔ کامل انجن کی استعداد صرف ایک حالت میں اکائی ہوسکتی ہے جبکہ ت۲ = ۰۔ یعنے جبکہ تپش کی ادنیٰ حد صفر مطلق ہوتی ہے۔ یہ تو بالکل صاف ہے کہ یہ تپش عملاً حاصل نہیں ہوسکتی اور اگر اعلیٰ تر تپش ت۱ سے کم پر حرارت حاصل کی جائے اور ادنیٰ تر تپش ت۲ سے زیادہ پر خارج کی جائے تو کام میں تبدیل ہونے والی حرارت کی مقدار میں کمی ہوجائیگی، کیونکہ حرارت کی اس مقدار کے لیے تپش کی وسعت (ت۱ - ت۲) سے یقیناً کم ہوگی۔ اس لیے اعظم استعداد کے لیے ایک شرط یہ ہوگی کہ انجن کو چاہیے کہ تمام حرارت اعلیٰ تر تپش پر حاصل کرے اور تمام حرارت ادنیٰ تر تپش پر خارج کرے اور جبکہ وصولی کی تپش (ت۱) اور اخراج کی تپش (ت۲) مقرر ہوں تو انجن کی استعداد اعظم ہوگی جبکہ وہ تعاکس پذیر ہو (دفعہ ٢٣)

اس لیے یہ دیکھنا ضروری ہے کہ کن شرائط کے پورا ہونے پر انجن تعاکس پذیر ہوسکتا ہے۔ حرارت کا ارسال مبداء سے کامی شئے تک اسی وقت تعاکس پذیر ہوسکتا ہے جبکہ دونوں یکساں تپش پر ہوں اور پھیلاؤ اسی وقت تعاکس پذیر ہوسکتا ہے جبکہ وہ انجن کے فشارہ پر ہی کام کرے اور خود کو حرکت میں لانے کے لیے توانائی کو ضائع

نہ کرے۔ یعنی نامکمل مزاحمتی یا آزاد پھیلاؤ نہ واقع ہونے دے جیسے گیس کے منفذ سے گزرتے وقت عمل میں آتا ہے۔ کامی شئے کے پچکنے کی حالت میں بھی یہی شرط عائد ہوگی۔

اعظم استعداد کے لیے شرائط ذیل میں مختصراً درج کیے جاتے ہیں۔

(۱) انجن کو چاہیے کہ تمام حرارت اعلیٰ ترین تپش پر حاصل کرے اور تمام حرارت ادنیٰ ترین تپش پر خارج کرے۔

(۲) کامی شئے کو چاہیے کہ حرارت حاصل کرتے وقت مبداء حرارت کی تپش پر ہو اور حرارت چھوڑتے وقت اس جسم کی تپش پر ہو جس میں کہ حرارت خارج کی جاتی ہے۔

(۳) نامکمل مزاحمتی یا آزاد پھیلاؤ اور پچکاؤ عمل میں نہ آنے پائیں۔

پہلی شرط کارنو کے تصوری انجن میں پوری ہوتی ہے جس میں کامی شئے کی تپش کا تغیر ت۱ سے ت۲ تک حرناگذار پھیلاؤ کے ذریعہ ہوتا ہے اور ت۲ سے ت۱ تک حرناگذار پچکاؤ کے ذریعہ۔ اس طرح وسعت کے ختم پر وہ حرارت حاصل کرسکتی ہے یا خارج لیکن وسعت کے دوران میں حاصل کیے یا خارج کیے بغیر۔

چونکہ گیس کے لئے حرناگذار اور ہم تپشی منحنیوں کا میلان بہت چھوٹا ہوتا ہے (‏[illegible]) اس لیے مظہار نقشے کا رقبہ یعنی فی دور کام کی مقدار پہنچائی ہوئی یا خارج کی ہوئی حرارت سے مقابلۃً بہت کم ہوتی ہے۔ اس لیے کارنو کا دور استعمال کرنے والا ہوائی انجن بہت بڑا اور میکانی طور پر کم استعداد والا ہوگا۔

۲۵- حرحرکیات کا دوسرا کلیہ — یہ کلیہ مختلف صورتوں میں بیان کیا جا سکتا ہے۔ کلازیس[1] کے مطابق ایک خود کار انجن کے لیے خارجی مدد کے بغیر ایک جسم سے بلند تر تپش والے جسم تک حرارت کا پہنچانا ناممکن ہے۔

رینکن[2] کا بیان دوسرے کلیہ کے متعلق حسب ذیل ہے اگر کسی یکساں

[2] Rankine

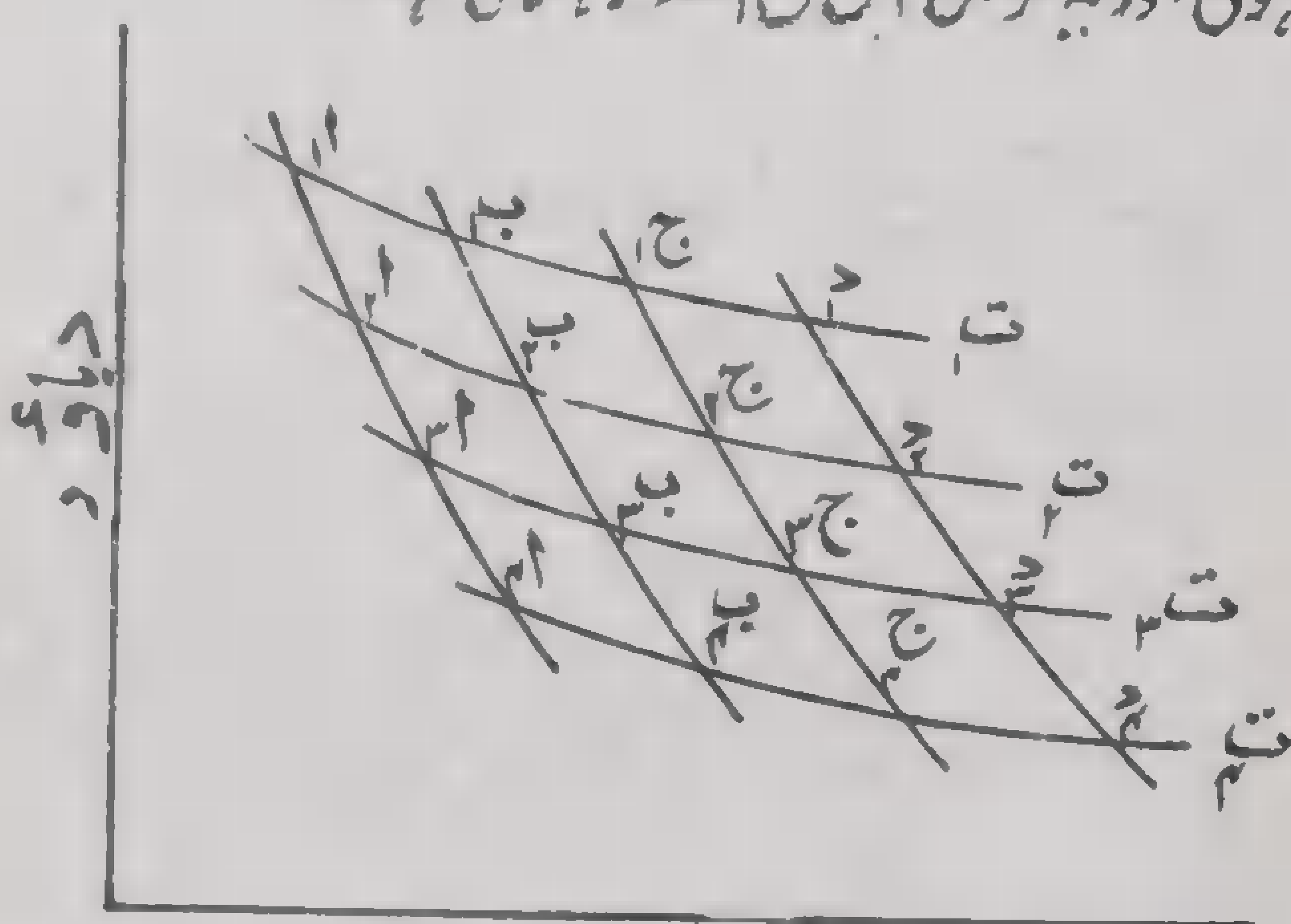
[1] Clausius

گرم شے کی مطلق تپش کئی برابر حصوں میں منقسم کی جائے تو کام کرنے میں ان حصوں کا اثر مساوی ہوگا۔

حرحرکیات کے پہلے کلیہ [دفعہ (۱)] پر غور کرنے سے یہ خیال پیدا ہو سکتا ہے کہ ایک انجن تمام حاصل کردہ حرارت کو مفید کام میں تبدیل کر سکتا ہے لیکن دوسرے کلیہ سے نتیجہ نکلتا ہے کہ پہنچائی ہوئی حرارت کی صرف ایک کسر تبدیل ہو سکتی ہے۔ دفعہ (۲۱)

نسبت $\dfrac{\text{حرارت جو مفید کام میں تبدیل ہوئی}}{\text{حرارت جو انجن نے حاصل کی}}$

ہمیشہ اکائی سے کم ہوگی اور یہ حرارتی انجن کی استعداد کہلاتی ہے۔



شکل (۱۶)

۲۶۔ دوسرے کلیہ کے متعلق رینکن کے بیان کی ترسیمی تعبیر

شکل ۱۶ میں فرض کرو ا₁ ب₁ ج₁ د₁، ا₂ ب₂ ج₂ د₂، ا₃ ب₃ ج₃ د₃ وغیرہ ت₁، ت₂، ت₃ وغیرہ تپشوں کے ہم تپشی منحنیوں کے

سلسلہ کو تعبیر کرتے ہیں۔ اس طرح کہ $ت_۱ - ت_۲ = ت_۲ - ت_۳ = ت_۳ - ت_۴ =$ مف ت اور علیٰ ہذا تب متواتر ہم تپشیوں کے درمیان تپش کے مساوی وقفے مف ت رہینگے اور فرض کرو کہ حرناگذار منحنیوں کا سلسلہ $ا_۱$ $ا_۲$ $ا_۳$ $ا_۴$، $ب_۱$ $ب_۲$ $ب_۳$ $ب_۴$، $ج_۱$ $ج_۲$ $ج_۳$ $ج_۴$ وغیرہ اتارا گیا ہے جو ہم تپشیوں کو اس طرح قطع کرتا ہے کہ رقبے $ا_۱ ب_۱ ب_۲ ا_۲$، $ا_۲ ب_۲ ب_۳ ا_۳$، $ب_۱ ج_۱ ج_۲ ب_۲$ وغیرہ باہم مساوی ہیں۔

نقشے کے حصے $ا_۱ ب_۱ ب_۲ ا_۲$ پر غور کرو۔ یہ کارنو کے دور پر کام کرنے والے انجن کے مظہار نقشے کو تعبیر کرتا ہے (دفعہ ۲۱)۔

فرض کرو ق = حرارت کی مقدار جو ہم تپشی پھیلاؤ $ا_۱ ب_۱$ کے دوران میں (۲۹)
پہنچائی گئی۔

تب کیا ہوا کام = رقبہ $ا_۱ ب_۱ ب_۲ ا_۲ = ق \times \frac{ت_۱ - ت_۲}{ت_۱}$ (ملاحظہ ہو دفعہ ۲۱)

$$= ق \times \frac{مف\ ت}{ت_۱} \quad \ldots\ldots (۱)$$

$$\text{اور خارج کی ہوئی حرارت} = ق - ق \times \frac{ت_۱ - ت_۲}{ت_۱}$$

$$= ق \left(۱ - \frac{ت_۱ - ت_۲}{ت_۱}\right)$$

$$= ق \frac{ت_۲}{ت_۱}$$

اب دور $ا_۲ ب_۲ ب_۳ ا_۳$ پر غور کرو۔ حرارت جو ہم تپشی $ا_۲ ب_۲$ کے دوران میں پہنچائی گئی وہ حرارت ہے جو دور $ا_۱ ب_۱ ب_۲ ا_۲$ کے دوران میں خارج کی گئی یا

پہنچائی ہوئی حرارت = $ق \times \frac{ت_۲}{ت_۱}$

کیا ہوا کام = پہنچائی ہوئی حرارت × استعداد

$$= ق \times \frac{ت_۲}{ت_۱} \times \frac{ت_۲ - ت_۳}{ت_۲}$$

$$= ق \times \frac{ت_۲}{ت_۱} \times \frac{\text{مف}\,ت}{ت_۲}$$

$$= ق \times \frac{\text{مف}\,ت}{ت_۱} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲)$$

اور خارج کی ہوئی حرارت = پہنچائی ہوئی حرارت - کیا ہوا کام

$$= ق \times \frac{ت_۲}{ت_۱} - ق \times \frac{\text{مف}\,ت}{ت_۱} = ق\left(\frac{ت_۲}{ت_۱} - \frac{\text{مف}\,ت}{ت_۱}\right)$$

$$= ق\left(\frac{ت_۲ - ت_۲ + ت_۳}{ت_۱}\right) = ق \times \frac{ت_۳}{ت_۱}$$

اسی طرح دور ا۲ ب۲ ب۳ ا۳ کے لیے ہم کو معلوم کرنا ہوگا

کیا ہوا کام = $ق \times \frac{\text{مف}\,ت}{ت_۱}$

اور خارج کی ہوئی حرارت = $ق \times \frac{ت_۳}{ت_۱}$

چنانچہ ہر دور میں کیا ہوا کام یکساں ہے اور ہر دور تپش کی یکساں وسعت کے درمیان عمل میں آتا ہے۔

اس لیے ٹامسن کے بیان کے معنی اس طرح ہو سکتے ہیں کہ تپش کی وسعت مساوی وقفوں میں منقسم کی جائے تو ان میں کا ہر وقفہ حرارت سے کام پیدا کرنے میں مساوی اثر رکھتا ہے جبکہ حرارت وسعت تپش کے اوپر سے نیچے تک کے تمام مساوی وقفوں میں سے سب سے زیادہ ممکنہ استعداد والے طریقہ پر یعنے کارنو کے دور پر گذرتی ہے۔

متذکرہ بالا سے بھی تپش کی دوسری تعریف حاصل ہوتی ہے یعنے تپش کے

مساوی اتنے ہی وقفے ہوتے ہیں جن کے سبب کامل حرارتی انجنوں کے سلسلہ کے کیے ہوئے کام کی مساوی مقداریں حاصل ہوتی ہیں جبکہ ہر انجن اپنا اخراج دوسرے کو دیتا ہے۔

ہوائی تپش پیما سے ایک پیمانہ حاصل ہوتا ہے جو مستقل دباؤ یا مستقل حجم کے تحت ہوا کے پھیلاؤ پر منحصر ہوتا ہے جبکہ ہوا کامل گیس فرض کی گئی ہو۔ اس لیے مندرجہ بالا پیمانہ (لارڈ کلون کا) ہوائی تپش پیما سے بالکل مطابقت کرتا اگر ہوا کامل گیس ہوتی۔

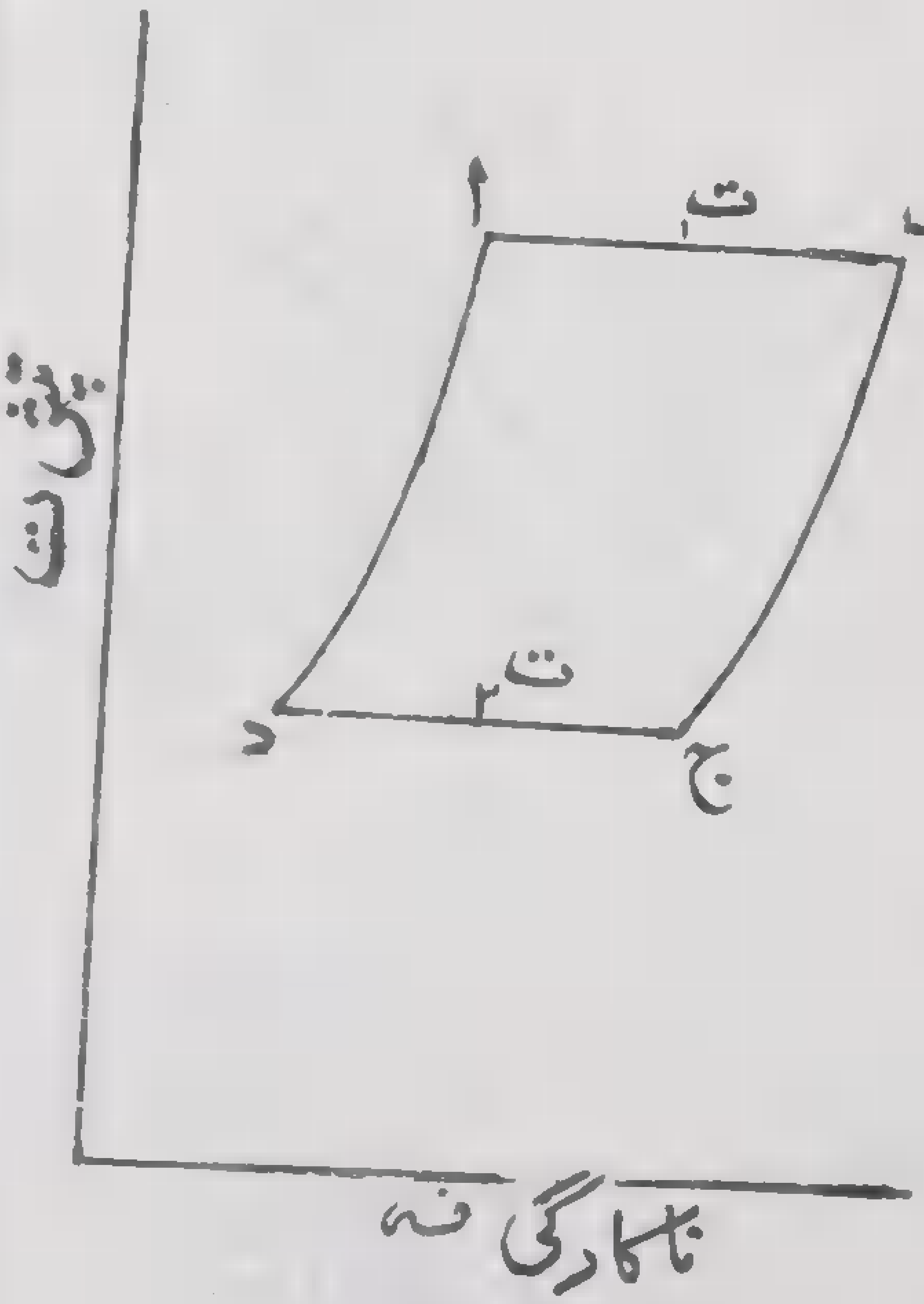
تپش کا مطلق صفر:- دفعہ (۴۱) میں یہ بتلایا گیا کہ ایک کامل

(۳۲) تعاکس پذیر انجن جو مطلق تپشوں $ت_1$ اور $ت_2$ کے درمیان کام کرتا ہے اور جس کو حرارت کی مقدار ح پہنچائی گئی ہے تو وہ $ح \times \frac{ت_1 - ت_2}{ت_1}$ حرارت کی اکائیوں کو کام میں تبدیل کریگا۔ تمام حرارت کو کام میں تبدیل کرنے کے لیے یعنے اکائی استعداد کے لیے تپش کی ادنیٰ حد $ت_2$ جملہ بالا میں صفر ہونی چاہیے۔ لارڈ کلون نے اس تپش کو مطلق صفر مقرر کیا جہاں سے تمام تپشیں ناپی جا سکتی ہیں۔

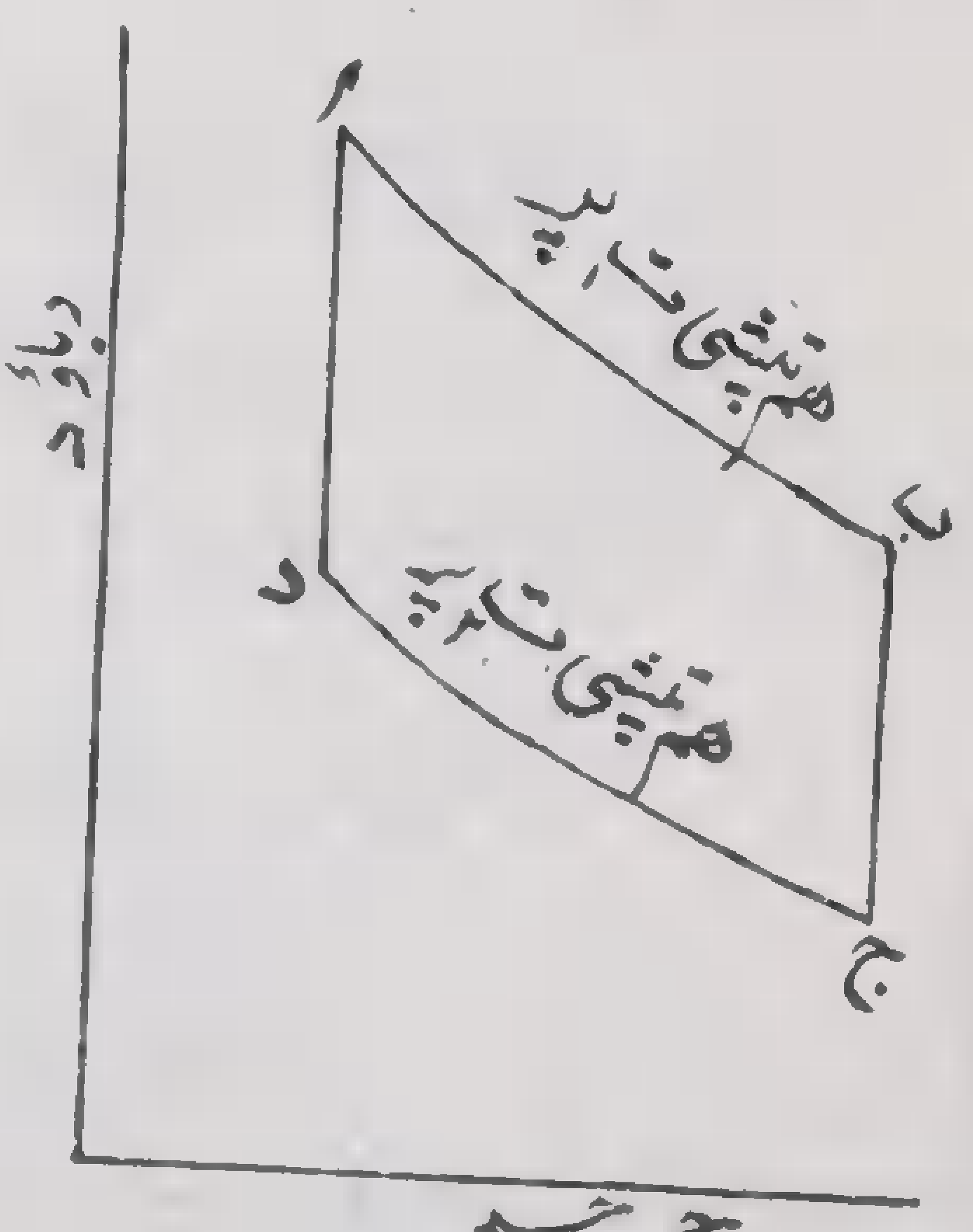
عمل دوسری شرط کا حاصل ہونا ناممکن ہے کیونکہ اگر کامی شئے اور مبداء کی تپشیں یکساں ہوں تو حرارت منتقل نہ ہو سکے گی۔ اگر کسی ذریعہ سے کامی شئے کی تپش $ت_1$ سے $ت_2$ تک بدلتے وقت حرارت انجن کے کسی حصہ میں اس طرح ذخیرہ کی جائے کہ حرارت کی منتقلی تعاکس پذیر ہو (دفعہ ۴۴ کی دوسری شرط کو پورا کرتے ہوئے) اور جبکہ $ت_2$ سے $ت_1$ کو پھر لوٹے تو اس جسم سے حرارت جذب کرے جس کو اس نے پہلے ذخیرہ کیا تھا۔ یہ حرارت کا متبادل ذخیرہ کرنا اور واپس لینا حرارت گذار پھیلاؤ اور سکڑاؤ کے مقصد کو پورا کرتے ہیں جن کے ذریعہ کامی شئے کی تپش $ت_1$ سے $ت_2$ تک اور $ت_2$ سے $ت_1$ تک علی الترتیب بدلتی ہے اور یہ دَور تعاکس پذیر ہوگا۔

۴۷- تکریری تکوان کے ساتھ اسٹرلنگ کا ہوائی انجن۔

۱۸۲۷ء میں اسٹرلنگ نے تکریری مکون کی تجویز کی اور پیٹنٹ کروایا۔ اس آلہ کے ذریعہ حرارت کا ذخیرہ کرنا اور واپس لینا عمل میں آسکا۔ شکل (۷) میں اس انجن کا منظہار نقشہ ظاہر کیا گیا ہے اور شکل (۸) میں تپش ناکارگی کا نقشہ۔ عملوں کا دور حسب ذیل تھا۔



شکل (۸)



شکل (۷)

منزل ا ب :۔ تکریری مکون میں سے گذرتی ہوئی جو ہوا تپش $ت_۱$ تک گرم کی گئی تھی ہم تپشی طور پر انجن کے فشارہ میں نسبت ب تک پھیلتی ہے اور پھیلاؤ کے دوران میں حرارت حاصل کرتی ہے۔ حرارت جو فی پونڈ ہوا حاصل کرتی ہے وہ کیے ہوئے کام کے مساوی ہوتی ہے جو = ر $ت_۱$ لوک و ب۔ انجن کے اڑ پھیتیہ میں جمع کی ہوئی توانائی انجن کو باقی ماندہ دور تک چلاتی ہے۔

منزل ب ج ۔ ہوا مستقل حجم کے تحت تکریری مکون میں سے گذرتی ہے اور اس کی تپش $ت_۲$ تک گھٹ جاتی ہے اور تپش کے ساتھ دباؤ میں بھی کمی ہوتی ہے۔ حرارت کی مقدار جو تکریری مکون میں ذخیرہ کی گئی = $غ_{حم}$ ($ت_۱$ - $ت_۲$) (۳۱)

منزل ج د ۔ مابعد ہوا ہم تپشی طور پر انجن کے فشارہ کے ذریعہ ابتدائی حجم تک پچکائی جاتی ہے۔ اس دوران میں تپش ت_{2} پر تکریری مکون کے ساتھ ہوا کا تماس رہیگا۔ حرارت کی مقدار جو خارج کی گئی وہ کیے ہوئے کام کے مساوی ہے

$\text{جو} = \text{ر}\,\text{ت}_{2}\,\text{لوگ}_{\text{و}}\,\text{ب}$ ۔

منزل د ا ۔ ہوا اب تکریری مکون میں سے مستقل حجم کے تحت گذرتی ہے۔ اس کی تپش ت_{2} سے ت_{1} تک بڑھتی ہے۔ حرارت کی مقدار جو تکریری مکون سے حاصل کی گئی $= \text{ع}\,\text{نح}_{\text{حم}}\,(\text{ت}_{1} - \text{ت}_{2})$ جہاں ع تکریری مکون کی استعداد ہے۔

$$\text{استعداد} = \frac{\text{کیا ہوا کام یا حرارت جو کام میں تبدیل ہوئی}}{\text{پہنچائی ہوئی حرارت}}$$

$$\text{اب پہنچائی ہوئی حرارت} = \text{ر}\,\text{ت}_{1}\,\text{لوگ}_{\text{و}}\,\text{ب} + \text{نح}_{\text{حم}}\,(\text{ت}_{1} - \text{ت}_{2})(1 - \text{ع})$$

$$\text{خارج کی ہوئی حرارت} = \text{ر}\,\text{ت}_{2}\,\text{لوگ}_{\text{و}}\,\text{ب} + \text{نح}_{\text{حم}}\,(\text{ت}_{1} - \text{ت}_{2})(1 - \text{ع})$$

$$\therefore \text{کیا ہوا کام} = \text{پہنچائی ہوئی حرارت} - \text{خارج کی ہوئی حرارت}$$

$$= \text{ر}\,(\text{ت}_{1} - \text{ت}_{2})\,\text{لوگ}_{\text{و}}\,\text{ب}$$

$$\therefore \text{استعداد} = \frac{\text{ر}\,(\text{ت}_{1} - \text{ت}_{2})\,\text{لوگ}_{\text{و}}\,\text{ب}}{\text{ر}\,\text{ت}_{1}\,\text{لوگ}_{\text{و}}\,\text{ب} + (1 - \text{ع})\,\text{نح}_{\text{حم}}\,(\text{ت}_{1} - \text{ت}_{2})} \quad (1)$$

اگر تکریری مکون کی استعداد اکائی ہو تو

$$\text{استعداد} = \frac{\text{ر}\,(\text{ت}_{1} - \text{ت}_{2})\,\text{لوگ}_{\text{و}}\,\text{ب}}{\text{ر}\,\text{ت}_{1}\,\text{لوگ}_{\text{و}}\,\text{ب}}$$

$$= \frac{ت_1 - ت_2}{ت_1} \quad \text{.................} \quad (۲)$$

کسی حالت میں استعداد تقریباً $\frac{ت_1 - ت_2}{ت_1}$ لی جا سکتی ہے کیونکہ عملاً ع کی قیمت ۰.۹ تک زیادہ کی جا سکتی ہے۔

ڈنڈی کے ایک ڈھلائی گھر میں ۱۸۴۵ء میں ایک اسٹرلنگ کے دُہرے عمل کے انجن نے (۸۰) گردشیں فی منٹ پر تقریباً (۵۰) مظہرہ اسپی طاقت دیا تھا۔ استوانہ کا قطر ۱۶" اور ضرب ۴ فٹ تھے۔ معدنی کوئلہ کا صرفہ ۱.۷ پونڈ فی م۔ا۔ط گھنٹہ تھا۔ کامی تپشیں $ت_1$ = ۶۵۰ ف اور $ت_2$ = ۱۵۰ ف تھے

اور اس لیے تصوری استعداد $\frac{۶۵۰ - ۱۵۰}{۴۶۰ + ۶۵۰}$ = ۰.۴۵ تھی۔

عملی خامیوں کی وجہ یہ نتیجہ ۰.۳ تک گھٹ گیا اور معدنی کوئلہ کا صرفہ ۲.۷ پونڈ فی ب۔ا۔ط گھنٹہ تک بڑھ گیا۔ تین سال کام کرنے کے بعد مسخن کے جل جانے کی وجہ انجن ترک کر دیا گیا۔

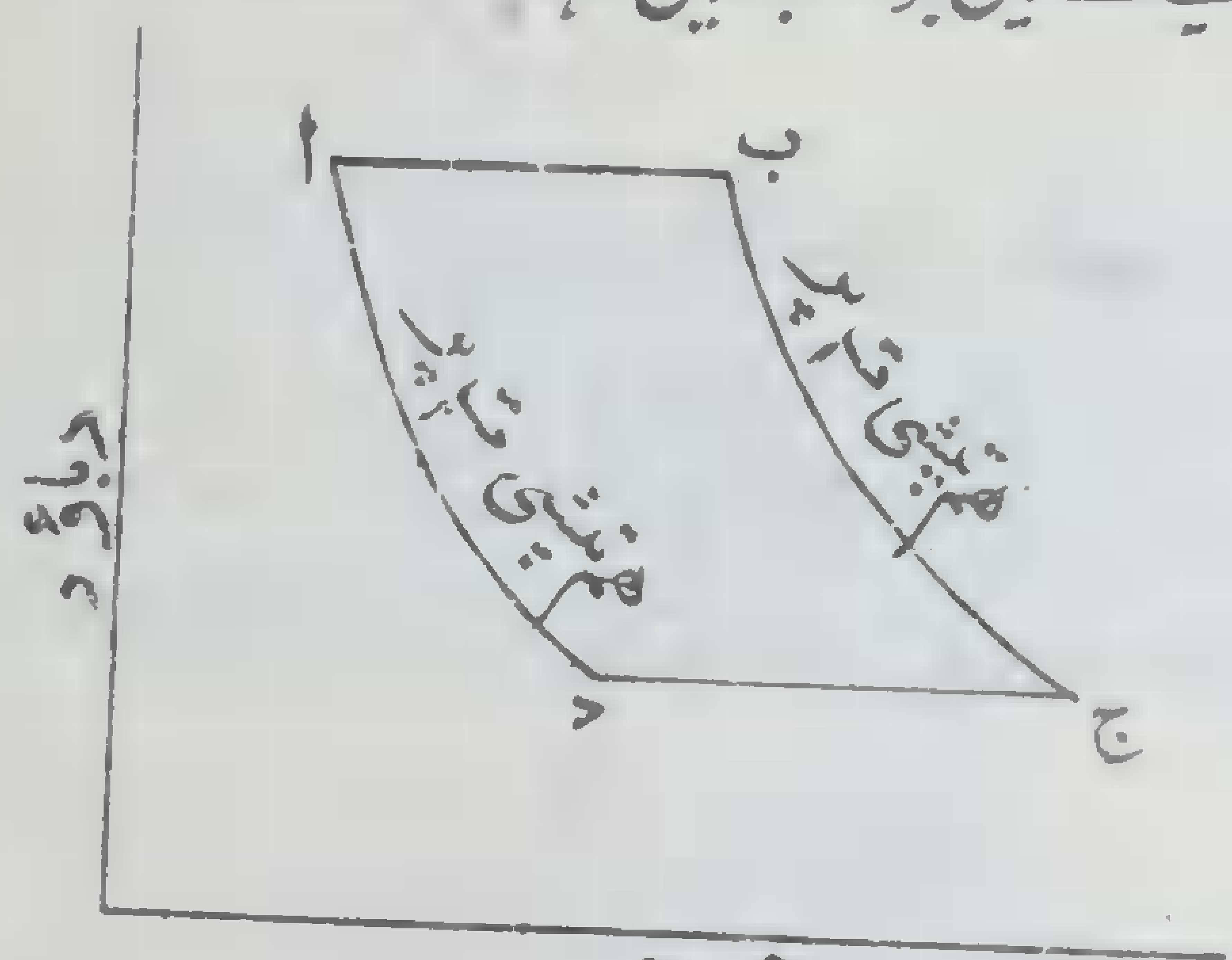
۲۸۔ اِرکسن[۱] کا ہوائی انجن تکریری مکون کے ساتھ۔

اس انجن میں مستقل دباؤ کے تحت تکریری مکون میں سے ہوا کو گذار کر اس کی تپش میں $ت_2$ سے $ت_1$ تک اضافہ کیا جاتا تھا۔ اس کی خصوصیت یہ تھی کہ کامی استوانہ کا ایک سرا راست گرم کیا جاتا تھا اور ہوا ایک علٰحدہ پمپ میں پچکائی جاتی تھی جو اسی انجن کے ذریعہ چلتا تھا۔ اِرکسن نامی جہاز میں جو انجن استعمال کیا گیا تھا اس کے چار استوانے ۱۴ فٹ قطر × ۶ فٹ ضرب کے تھے۔ ہر ایک کے ساتھ اس کا ایک واب پمپ تھا اور تمام ایک ہی دھرے کو چلاتے تھے اور سب کا اخراج ایک ہی قابلہ میں ہوتا تھا اور ربع دَور کے وقفہ سے علی التواتر اپنے ضرب کرتے تھے۔

۱۔ Ericsson

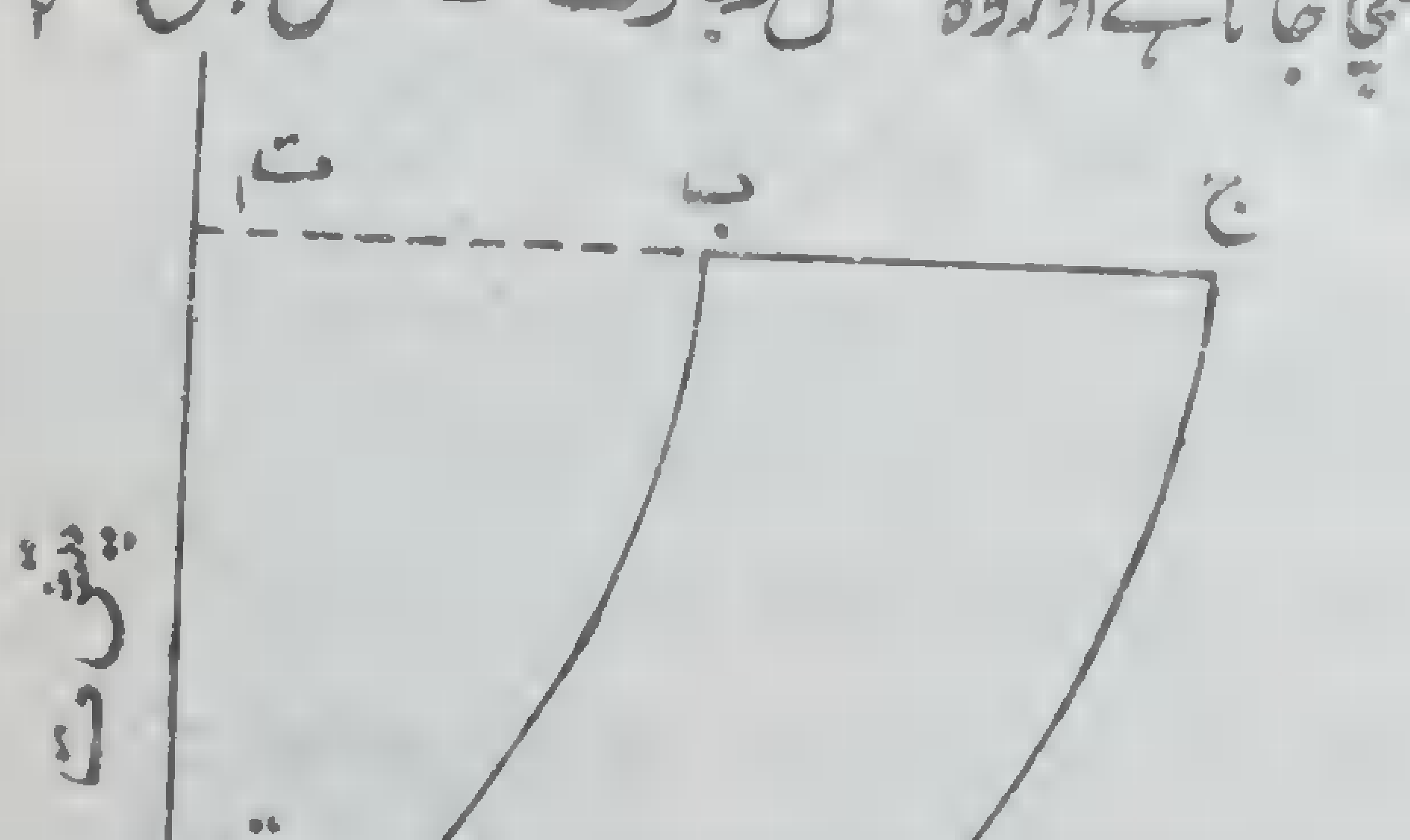
اس کے ذریعہ ایک خاصی برقرار رفتار قائم رکھی گئی اور انجن فی منٹ ۹ گردشوں کی رفتار سے چلتا تھا۔

(۳۲) شکل ۹ میں دباؤ و حجم کا نقشہ اور شکل ۱۰ میں تپش ناکارگی کا نقشہ اس دور کے لیے ظاہر کیے گئے ہیں جو حسب ذیل ہے۔



شکل (۹)

پہلا مرحلہ ا ب۔ تپش $ت_۲$ پر دبی ہوا کو تکریری مکون میں سے ہوتے ہوئے کامی استوانہ میں کھینچا جاتا ہے اور وہ مستقل دباؤ کے تحت مطلق تپش $ت_۲$ سے $ت_۱$ تک



شکل (۱۰)

پھیلتی ہے۔

حرارت جو تکریری کون سے حاصل کی گئی $= غ_د (ت_۱ - ت_۲) ع$

دوسرا مرحلہ ب ج۔ داخلہ کی کواڑی بند کیے جانے پر تپش $ت_۱$ پر کی ہوا ہم تپشی طور پر پھیلتی ہے۔

بھٹی کے ذریعہ پہنچائی ہوئی حرارت $= ر ت_۱ لوک_و ب$

(۳۳) **تیسرا مرحلہ ج د**۔ تکریری کون میں سے گذر کر مستقل دباؤ کے تحت ہوا خارج ہوتی ہے اور وہاں حرارت کی مقدار جو وہ ذخیرہ کرتی ہے $= غ_د (ت_۱ - ت_۲)$

چوتھا مرحلہ د ا۔ $ت_۲$ پر ہم تپشی پچکاؤ عمل میں آتا ہے اور ذخیرہ کی ہوئی حرارت $= ر ت_۲ لوک_و ب$

خالص کیا ہوا کام $= ر ت_۱ لوک_و ب - ر ت_۲ لوک_و ب$

پہنچائی ہوئی حرارت $= ر ت_۱ لوک_و ب + غ_د (ت_۱ - ت_۲) \times (۱ - ع)$

$$لہذا\ استعداد = \frac{ر (ت_۱ لوک_و ب - ت_۲ لوک_و ب)}{ر ت_۱ لوک_و ب + غ_د (ت_۱ - ت_۲)(۱ - ع)} \quad \ldots (۱)$$

اگر تکریری کون کی استعداد ع اکائی ہو تو

$$انجن\ کی\ استعداد = \frac{ر (ت_۱ - ت_۲) لوک_و ب}{ر ت_۱ لوک_و ب}$$

$$= \frac{ت_۱ - ت_۲}{ت_۱} \quad \ldots\ldots (۲)$$

اگر تکریری کون نہ لگایا گیا ہو

$$\text{توانستعداد} = \frac{\text{ر}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\,\text{لوگ}_\text{و}\,\text{ب}}{\text{ر}\,\text{ت}_1\,\text{لوگ}_\text{و}\,\text{ب} + \text{نخ}_\text{د}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)} \quad \ldots\ldots(۳)$$

اسٹرلنگ انجن کی استعداد کے جملہ میں (دفعہ ۲۷، مساوات (۱)) اور اِرکسن انجن کی استعداد کے جملہ میں (اوپر کی مساوات (۱) کی روسے) فرق صرف اتنا ہے کہ اِرکسن انجن کے لیے $\text{نخ}_\text{حم}$، مستقل حجم کے تحت حرارت نوعی کے بجائے $\text{نخ}_\text{د}$، مستقل دباؤ کے تحت حرارت نوعی لکھنا چاہیے۔

تمام دوسرے گرم ہوا کے انجنوں کے مثل ارکسن کے انجن کی عملی استعداد بہت کم تھی اور وہ بہت چھوٹی حرارتی سطح کی وجہ سے جو بہت جلد جل گئی ناکام رہا۔

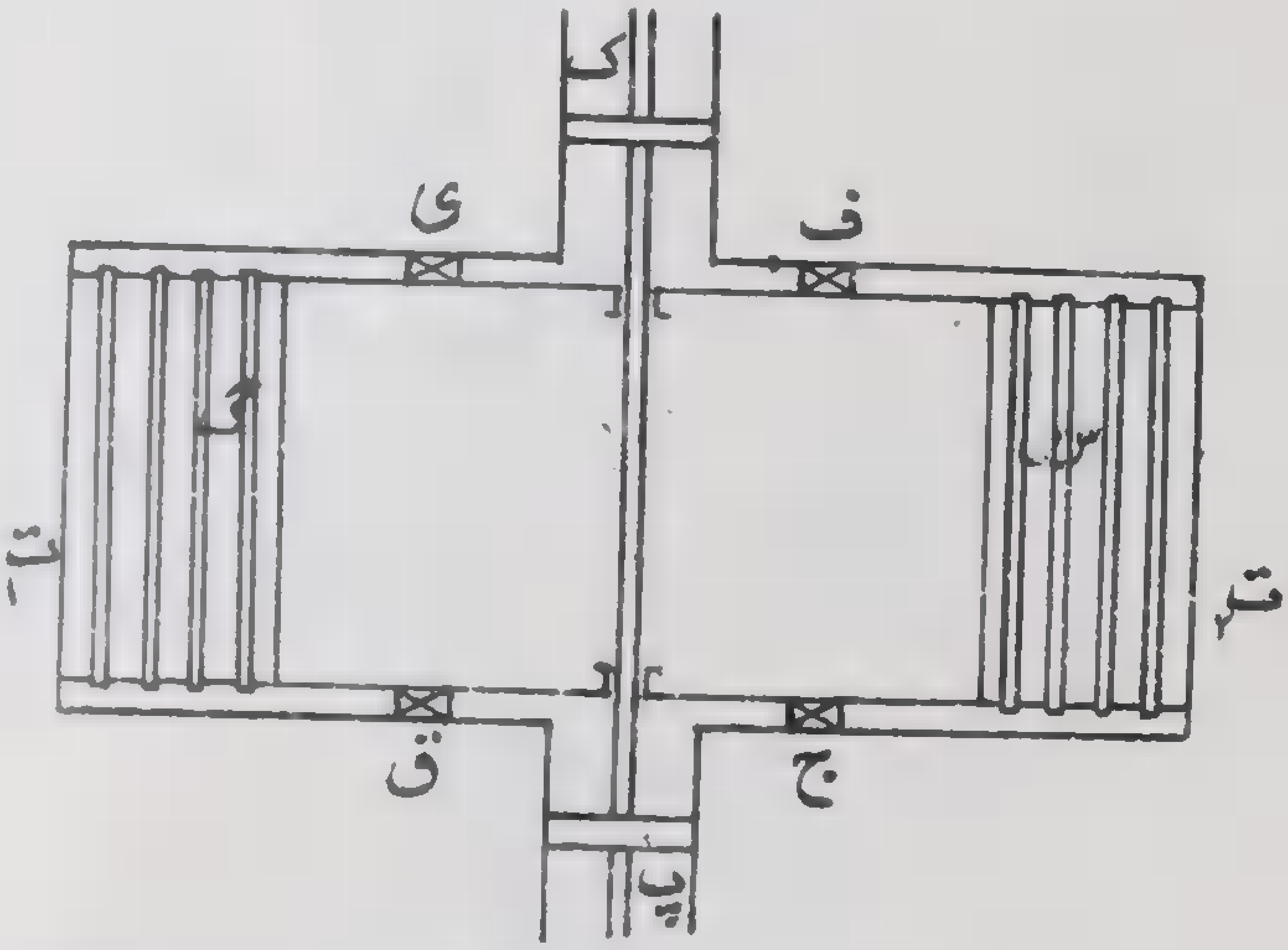
۲۹- جول کا ہوائی انجن — ۱۸۵۱ء میں ڈاکٹر جول نے ایک ہوا کے انجن کی تجویز کی جس میں آئزبری کلون اور مبرّد نکال دیے گئے۔ اگرچہ اس دور پر کام کرنے والے کسی گرم ہوائی انجن کی ساخت نہیں ہوئی لیکن کئی وجوہات کے سبب جو بعد میں معلوم ہونگے یہ دور بہت دلچسپ ہے۔

شکل ۱۱ میں انجن کا نقشی خاکہ دیا گیا ہے۔ گرم خانہ گ جس میں بچکاؤ
(۳۴) کے تحت ہوا بھری ہوئی ہے ایک بھٹی کے ذریعہ گرم کر کے یکساں مطلق تپش ت_1 پر رکھی جاتی ہے۔ س، ایک سرد خانہ ہے جو تپش ت_2 پر ہوا سے بھرا ہوا ہے۔ پ ایک داب استوانہ ہے جس کے ذریعہ ہوا س سے گ میں پمپ کی جاتی ہے۔ ک ایک کامی استوانہ ہے جس میں ہوا سرد خانہ س میں پہنچنے کے قبل پھیلتی ہے۔

خانوں گ اور س کو مقابلۃً اس ہوا کے حجم سے بہت زیادہ فرض کریں جو ہر ضرب میں خرچ ہوتی ہے تو نتیجہ یہ نکلتا ہے کہ ان خانوں میں کے دباؤ عملاً مستقل رہینگے۔

عملوں کا دور حسب ذیل ہے:—

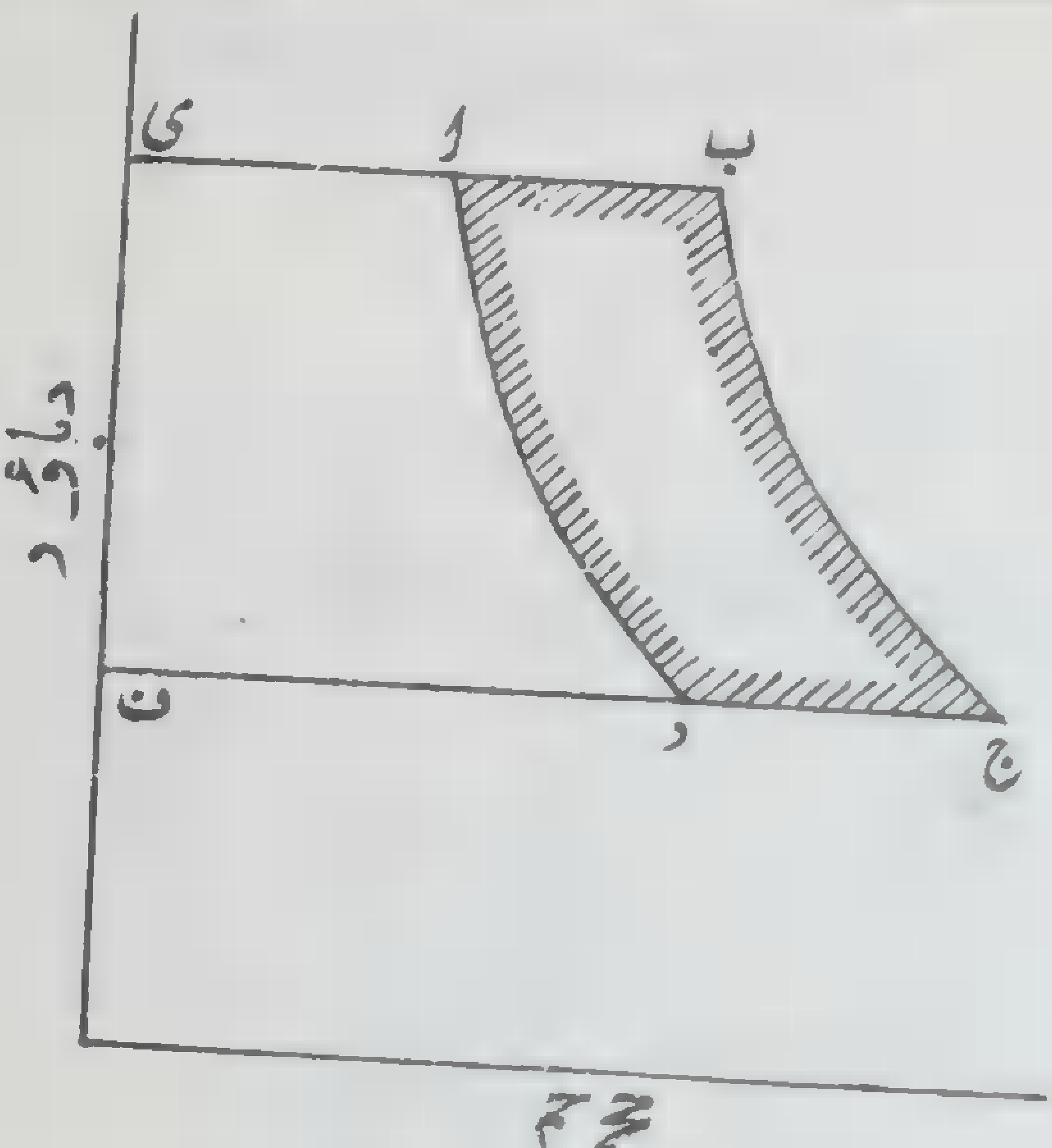
گ میں ہوا تپش ت۱ تک گرم کی جاتی ہے اور جب کواڑی ی کھلتی ہے اور ہوا ک میں پہنچتی ہے



شکل (۱۱)

اور ی بند ہونے پر حرنا گذار طور پر تپش ت۱ تک پھیلتی ہے۔ اسی اثناء میں ہوا کی مساوی مقدار خانہ س سے پمپ پ کے ذریعہ کھینچی جاتی ہے جو کواڑی ج میں سے گذرتی ہے۔ بعد ازاں حرنا گذار طور پر پچکائی جاتی ہے یہاں تک کہ اس کا دباؤ گ میں کے دباؤ کے مساوی ہو جائے۔ اس نقطہ پر پہنچتے ہی کواڑی ق کھل جاتی ہے اور ہوا گ میں پہنچتی ہے جہاں اس کی تپش پھر ت۱ تک بڑھتی ہے۔ ہوا کامی استوانہ ک میں پھیلنے کے بعد کواڑی ف میں سے گذر کر سرد خانہ س میں تپش ت۲ پر خارج ہوتی ہے۔

شکل ۱۲ میں تپش ناکارگی کا نقشہ بتلایا گیا ہے۔ پمپ کے لیے ف د ا ی ہے جس کا رقبہ پچکاؤ کے دوران میں ہوا پر کیے ہوئے کام کو تعبیر کرتا ہے اور انجن کے لیے ی ب ج ت ہے۔ ان دونوں رقبوں کا فرق یعنے ا ب ج د ایک مکمل دور میں کیے ہوئے خالص کام کی مقدار کو تعبیر کرتا ہے۔



شکل (۱۲)

شکل ۱۳ میں تمناظر تپش ناکارگی کا نقشہ بتلایا گیا ہے۔

حاصل کی ہوئی حرارت $\text{ح}_{\text{ی}} = \text{نخ}_{\text{د}} (\text{ت}_{\text{ب}} - \text{ت}_{\text{ا}})$ .... (۱)

خارج کی ہوئی حرارت $\text{ح}_{\text{س}} = \text{نخ}_{\text{د}} (\text{ت}_{\text{ج}} - \text{ت}_{\text{د}})$ .... (۲)

اب چونکہ پھیلاؤ اور پچکاؤ دونوں انہیں انتہائی دباؤں کے درمیان عمل میں آتے ہیں اس لیے پھیلاؤ اور پچکاؤ کی نسبت وہی ہوگی۔ اس نسبت کو "ب" کہیں تو

$$\frac{\text{ت}_{\text{ا}}}{\text{ت}_{\text{د}}} = \frac{\text{ت}_{\text{ب}}}{\text{ت}_{\text{ج}}} = \text{ب}^{\text{ج}-1}$$

اسی طرح
$$\frac{\text{ت}_{\text{ب}}}{\text{ت}_{\text{ا}}} = \frac{\text{ت}_{\text{ج}}}{\text{ت}_{\text{د}}}$$

$$\therefore \frac{\text{ت}_{\text{ب}} - \text{ت}_{\text{ا}}}{\text{ت}_{\text{ا}}} = \frac{\text{ت}_{\text{ج}} - \text{ت}_{\text{د}}}{\text{ت}_{\text{د}}} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{ت}_{\text{ب}} - \text{ت}_{\text{ا}}}{\text{ت}_{\text{ج}} - \text{ت}_{\text{د}}} = \frac{\text{ت}_{\text{ا}}}{\text{ت}_{\text{د}}} = \frac{\text{ت}_{\text{ب}}}{\text{ت}_{\text{ج}}} = \text{ب}^{\text{ج}-1}$$

(۳۵)

اب

$$\frac{ح_{ع}}{ح_{س}} = \frac{ت_{ب} - ت_{ر}}{ت_{ج} - ت_{د}}$$ (۱) اور (۲) سے

$$\therefore \frac{ح_{ع}}{ح_{س}} = \frac{ت_{ر}}{ت_{د}} = \frac{ت_{ب}}{ت_{ج}}$$

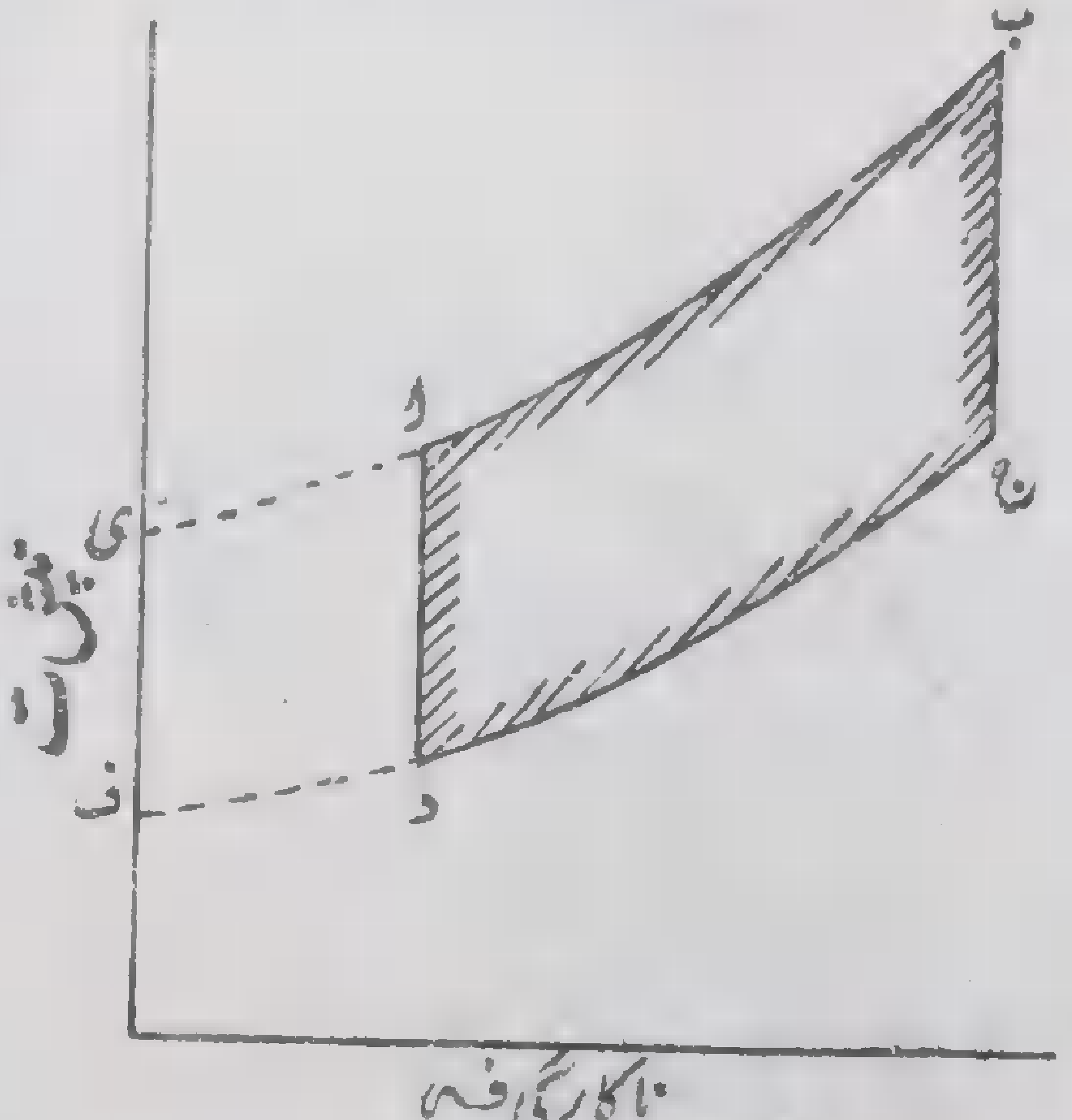
اور استعداد $$= \frac{ح_{ع} - ح_{س}}{ح_{ع}} = \frac{ت_{ر} - ت_{د}}{ت_{ر}} = \frac{ت_{ب} - ت_{ج}}{ت_{ب}} \quad \ldots\ldots (۳)$$

اب

$ت_{ب} = ت_{۱}$ تپش کی بالاتر حد

اور $ت_{د} = ت_{۲}$ تپش کی کمتر حد

لہٰذا استعداد کامل انجن کی استعداد سے کم ہے جو تپش کے انہیں حدوں $\left(\frac{ت_{۱} - ت_{۲}}{ت_{۱}}\right)$ کے درمیان کام کرتا ہے کیونکہ حرارت کی وصولی اور اخراج انتہائی تپشوں پر عمل میں نہیں آئے۔



شکل (۱۳)

کامی ہوا کو بیرونی مبداء سے گرم کرنے کے بجائے جیسا کہ جول نے ابتدائً خیال کیا تھا ہم تازہ ہوا اور ایندھن کی رسد داب پمپ کے ذریعہ گرم خانہ میں لے کر اس میں احتراق کو جاری رکھ سکتے ہیں۔ دوسرے الفاظ میں یہ انجن اندرونی احتراقی انجن کی صورت لے سکتا ہے

اگرچہ ٹھوس ایندھن استعمال کرنے والے انجن خصوصاً جول کی طرز کے چھوٹے پیمانہ پر استعمال کئے گئے لیکن اس طرز کے انجن کی سب سے اہم ترقی یافتہ صورت دھماکو گیس اور تیل انجن ہے۔ جول کے انجن کی دوسری ترقی یافتہ صورت معکوس شکل میں مستعمل ہے جس میں متعاکس حرارتی انجن مبرّد مشین بن جاتا ہے مثلاً بل کولمن کا مبرّد مشین جس کا بیان ساتویں باب میں دیا گیا ہے۔

مثال (۱) ایک اسٹرلنگ ہوائی انجن تپشوں ۸۰۰° ف اور ۹۰° ف کے درمیان کام کرتا ہے۔ ہم تپشی پھیلاؤ کی نسبت ۲ ہے تو تصوری استعداد دریافت کرو جبکہ (ا) انجن کے ساتھ کامل تکریری مکون لگا ہوا ہو (ب) جبکہ تکریری مکون کی استعداد ۹۰٫ ہو۔ خ د = ۰٫۲۳۷۵ اور خ حم = ۰٫۱۶۹۱ لیا جائے۔

یہاں ت۱ = ۸۰۰ + ۴۶۰ = ۱۲۶۰

ت۲ = ۹۰ + ۴۶۰ = ۵۵۰

اور ر = خ د − خ حم = ۰٫۲۳۷۵ − ۰٫۱۶۹۱
= ۰٫۰۶۸۴

(ا) استعداد = (ت۱ − ت۲) / ت۱ = (۱۲۶۰ − ۵۵۰) / ۱۲۶۰

= ۷۱۰ / ۱۲۶۰ = ۰٫۵۶۳

(ب) مساوات (۱) دفعہ ۲۷ استعمال کرنے سے (۳۶)

استعداد = ر (ت۱ − ت۲) لوکو ب / [ر ت۱ لوکو ب + (۱ − ع) خ حم (ت۱ − ت۲)]

= (۰٫۶۹۳۱ × ۷۱۰ × ۰٫۰۶۸۴) / (۷۱۰ × ۰٫۱۶۹۱ × ۰٫۱۰ + ۰٫۶۹۳۱ × ۱۲۶۰ × ۰٫۰۶۸۴)

$$= \frac{۳۳٫۶۷}{۱۲٫۰۰ + ۵۹٫۷۴} = \frac{۳۳٫۶۷}{۷۱٫۷۴} = ۰٫۴۶۹$$

ذیل کی مثال مطالعہ کرنے والے کے لئے دلچسپ ہو سکتی ہے کیونکہ مقدمات "اِرکسن" کے ہوائی انجنوں سے حاصل کیے گئے ہیں۔

مثال (۲) اِرکسن کے انجنوں میں تپش کے حدود ۲۲ف اور ۴۱۴ف تھے۔ فی پونڈ ہوا، شارہ کا ہٹاؤ = ۲۲ مکعب فٹ، پھیلاؤ کی نسبت ۱٫۵ گردشیں فی منٹ ۹، استوانوں کے قطر ۱۴ فٹ اور ضرب ۶ فٹ تو دریافت کرو (۱) کیا ہوا کام فی پونڈ ہوائی ضرب۔ (۲) انجنوں کی حرارتی استعداد (تکریری مکون کی استعداد = ۰٫۹ مان کر) (۳) اوسط موثر دباؤ (۴) مظہرہ اسپی طاقت۔

یہاں ت = ۴۱۴ + ۴۶۰ = ۸۷۴

(۱) کیا ہوا کام فی پونڈ ہوائی ضرب = م لوک ب (ت - ت)

اب م = ۰٫۰۶۸۴ ب ح ۱ فی پونڈ (مثال ۱)

= ۵۳٫۲ فٹ پونڈ فی پونڈ

∴ کیا ہوا کام = ۵۳٫۲ × ۰٫۴۰۵۵ × (۴۱۴ - ۱۲۲)

= ۶۳۰۰ فٹ پونڈ

(۲) پہنچائی ہوئی حرارت = م ات لوک ب + (۱-ع) ج (ت - ت) (دفعہ ۲۸ سے مندرج کرنے سے)

پہنچائی ہوئی حرارت = ۵۳٫۲ × ۸۷۴ × ۰٫۴۰۵۵ + ۰٫۱ × ۱۸۴٫۸ × ۲۹۲

= ۱۸۸۶۰ + ۵۳۹۶

= ۲۴۲۵۶ فٹ پونڈ

مندرجہ بالا حرارت کی مقدار پر غور کرو تکریری مکون کامل نہ ہونے کی وجہ حرارت جو ضائع ہوئی وہ ۵۳۹۶ فٹ پونڈ ہے۔

لہذا استعداد = $\frac{۶۳۰۰}{۲۴۲۵۶}$ = ۰٫۲۵۵

نوٹ:- اگر تکریری مکون کی استعداد اکائی ہوتی

استعداد = $\frac{۲۹۲}{۸۷۴}$ = ۰٫۳۳۴ یا $\frac{۶۳۰۰}{۱۸۸۶۰}$ = ۰٫۳۳۴

(۳) اوسط موثر دباؤ = کیا ہوا کام فی پونڈ فی ضرب / حجم جو فشارہ نے طے کیا

$$= \frac{۶۳۰۰}{۲۲}$$

= ۲۸۶ پونڈ فی مربع فٹ

= ۲ پونڈ فی مربع انچ (تقریباً)

(۴) ہر ایک اسطوانہ کا رقبہ = ۰٫۷۸۵۴ × ۲$\frac{۱}{۲}$ = ۴۵۱ مربع فٹ

∴ چاروں فشاروں کا مجموعی رقبہ = ۴ × ۱۵۴

∴ فی منٹ کیا ہوا کام = ۲۸۶ × ۴ × ۱۵۴ × ۶ × ۹ فٹ پونڈ

∴ مظہرہ اسپی طاقت = $\frac{۹ × ۶ × ۴ × ۱۵۴ × ۲۸۶}{۳۳۰۰۰}$

= ۲۸۸ م ۔ ا ۔ ط

مثال (۳) اگر ایک کامل ہوائی انجن کارنو کے دور پر تپش کے حدود ۶۰۰ف اور ۶۰ ف کے درمیان کام کرے تو دریافت کرو اس کی استعداد اور حرناگذار پھیلاؤ کی نسبت ۔ (۳۷)

یہاں ت۱ = ۶۰۰ + ۴۶۰ = ۱۰۶۰

ت۲ = ۴۶۰ + ۶۰ = ۵۲۰

∴ استعداد = $\frac{۵۴۰}{۱۰۶۰}$ = ۰٫۵۰۹

اب حرناگذار پھیلاؤ کے لیے

$$\frac{ت_۲}{ت_۱} = \left(\frac{حم_۱}{حم_۲}\right)^{ج-۱}$$ (مساوات (۴) دفعہ ۱۱)

$$∴ \frac{۵۲۰}{۱۰۶۰} = \left(\frac{۱}{ب}\right)^{۰٫۴}$$

۔ ۰٫۴ لوک ب = لوک ۵۲۰ ۔ لوک ۱۰۶۰

= ۴٫۷۱۶۰ - ۴٫۰۲۵۳

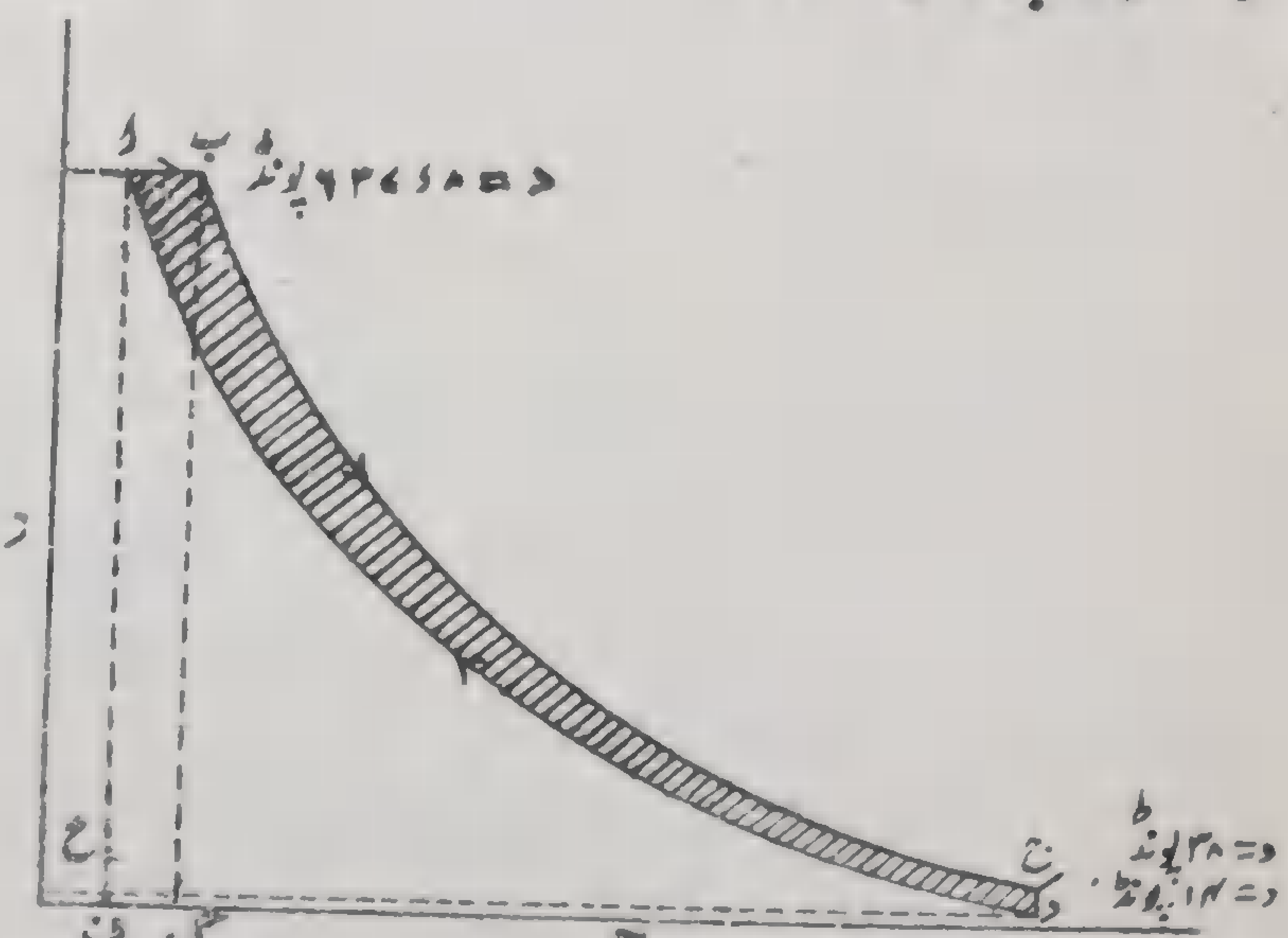
= - ۰٫۳۰۹۳

∴ لوک ب = ۰٫۳۰۹۳ / ۰٫۴ = ۰٫۷۷۳۲

= لوک ۵٫۹۳

اس لیے حرنا گذار پھیلاؤ کی نسبت = ۵٫۹۳

مثال (۴) ایک ہوائی انجن تصوری دور پر کام کرتا ہے جس میں حرارت مستقل دباؤ کے تحت حاصل ہوتی ہے اور مستقل حجم کے تحت خارج ہوتی ہے۔ چوس ضرب کے ختم پر دباؤ ۱۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے۔ پچکاؤ کی نسبت ۳٫۵۱ اور پھیلاؤ کی نسبت ۵٫۷ ۔ اگر پھیلاؤ اور پچکاؤ کے منحنی د حم^{۱٫۴} = مستقل ہوں تو دور کا اوسط موثر دباؤ دریافت کرو۔



شکل (۱۴)

مظہار نقشہ کا خاکہ شکل ۱۴ میں دیا گیا ہے۔ فی دور کیا ہوا کام سایہ دار رقبہ سے تعبیر ہوتا ہے۔ فرض کرو ا پر حجم ایک مکعب فٹ ہے تب ج اور د پر حجم ۳٫۵ مکعب فٹ ہے

اور $د_{و} = د_{د} \times \left(\frac{١٥٫٣}{١}\right)^{١٫٤} = ١٤ \times (١٥٫٣)^{١٫٤}$

= ٦٣٧٫٨ پونڈ فی مربع انچ

چونکہ پھیلاؤ کی نسبت $\frac{حم_{ج}}{حم_{ب}}$ = ٧٫٥ تو ب پر حجم = $\frac{١٥٫٣}{٧٫٥}$ = ٢٫٠٤ مکعب فٹ

اور $د_{ج} = د_{ب} \left(\frac{١}{٧٫٥}\right)^{١٫٤}$

= $٦٣٧٫٨ \times \left(\frac{١}{٧٫٥}\right)^{١٫٤}$ = ٣٨ پونڈ فی مربع انچ

اب فی دور کیا ہوا کام = سایہ دار رقبہ

= رقبہ ف ا ب گ + رقبہ گ ب ج ی ۔ رقبہ ف ا د ی

$= ١٤٤ \times ٦٣٧٫٨ \times ١٫٠٤$

$+ \frac{١٤٤}{١-١٫٤}\left(٦٣٧٫٨ \times ٢٫٠٤ - ٣٨ \times ١٥٫٣\right)$

$- \frac{١٤٤}{١-١٫٤}\left(٦٣٧٫٨ \times ١ - ١٤ \times ١٥٫٣\right)$

$= ٩٥٤٧٢ + ٢٥٩٢٠٠ - ١٥٢٤٩٦$

= ٢٠٢١٧٦ فٹ پونڈ

(٣٨) اوسط دباؤ = $\frac{\text{فٹ پونڈوں میں کیا ہوا کام}}{\text{مکعب فٹوں میں ضرب کا حجم}}$

$= \frac{٢٠٢١٧٦}{١٤٫٣}$ = ١٤١٣٨ پونڈ فی مربع فٹ

= ٩٨٫١ پونڈ فی مربع انچ

مثال (۵) اگر مثال (۴) میں چوس ضرب کے ختم پر تپش ۹۰° ف ہو تو استعداد معلوم کرو [$غ_و$ = ۲۳۷۵ء۰ اور $غ_م$ = ۱۶۹۱ء۰]

$$ت_و = ت_د \left(\frac{حم_د}{حم_و}\right)^{ج-۱}$$

$$= ۵۲۰ \times (۱۵ء۳)^{۰ء۴} = ۱۵۴۸° \text{ مطلق}$$

اور ایک کامل گیس کے لیے

$$\frac{د_و \, حم_و}{ت_و} = \frac{د_ب \, حم_ب}{ت_ب}$$

$$\therefore ت_ب = ت_و \times \frac{حم_ب}{حم_و} \quad \text{کیونکہ} \quad د_و = د_ب$$

$$= ۱۵۴۸ \times \frac{۲ء۰۴}{۱} = ۳۱۵۸° \text{ مطلق}$$

$$\text{اسی طرح } ت_ب = ت_ج \times \left(\frac{حم_ج}{حم_ب}\right)^{ج-۱}$$

$$ت_ج = ت_ب \times \left(\frac{حم_ب}{حم_ج}\right)^{ج-۱}$$

$$= ۳۱۵۸ \times \left(\frac{۱}{۷ء۵}\right)^{۰ء۴} = ۱۴۱۰° \text{ مطلق}$$

پہنچائی ہوئی حرارت فی پونڈ ہوا (۳۹)

= مخ (تب - تو)

= ۰٫۲۳۷۵ (۳۱۵۸ - ۱۵۴۸)

= ۳۸۲٫۳۷ ب - ح - ا

خارج کی ہوئی حرارت فی پونڈ ہوا

= مخ م (تج - تو)

= ۰٫۱۶۹۱ (۱۴۱۰ - ۵۲۰)

= ۱۵۰٫۵ ب - ح - ا

استعداد = (پہنچائی ہوئی حرارت - خارج کی ہوئی حرارت) / پہنچائی ہوئی حرارت

= (۳۸۲٫۳۷ - ۱۵۰٫۵) / ۳۸۲٫۳۷

= ۰٫۶۰۶ یا ۶۰٫۶ فی صد

اس دور پر کام کرنے والے انجن کا ارتقا ہوائی انجن کی حیثیت سے نہیں بلکہ ڈیسل[ل] کے تیل انجن کی حیثیت سے عمل میں آیا۔ (ملاحظہ ہو دفعہ ۱۹۴)۔

امثلہ نمبری (۲)

(۱) اسٹرلنگ کا ہوائی انجن تپشوں ۷۰۰° ف اور ۸۰° ف کے درمیان کام کرتا ہے [illegible] کی نسبت ۲ ہے۔ تصوری استعداد دریافت کرو جبکہ (و) انجن کے ساتھ ایک

ل - Diesel

کامل تکریری کمون لگایا گیا ہو۔ (ب) جبکہ تکریری کمون کی استعداد ۹ء۰ ہو [مخ د = ۲۳۷۵ء۰ اور مخ حم ۱۶۹۱ء۰]۔

(۲) استعدادوں کا مقابلہ کرو (ا) کامل تکریری کمون لگا ہوا اسٹرلنگ کے انجن کی جس میں اعظم دباؤ ۱۴۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے اور اقل دباؤ ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق۔ اور تپش کے حدود ۵۰۰° ف اور ۶۰° ف ہیں۔ اور (ب) ایک کامل تعاکس پذیر بھاپ انجن کی جو دباؤ کے ان ہی حدود کے درمیان کام کرتا ہے۔

(۳) اگر ایک کامل ہوائی انجن تپش کے حدود ۸۰۰° ف اور ۵۰° ف کے درمیان کارنو کے دور پر کام کرے تو استعداد اور حرناگذار پھیلاؤ کی نسبت دریافت کرو۔

(۴) جول کے ہوائی انجن میں اعظم تپش ۶۰۰° ف ہے اور ابتدائی دباؤ ۱۸۰ پونڈ فی مربع انچ۔ اگر پھیلاؤ کی نسبت ۳ ہو تو استعداد دریافت کرو۔

(۵) سوال (۱) میں اگر تکریری کمون مستعمل نہ ہو تو استعداد کیا ہوگی؟

(۶) ایک اسٹرلنگ کا انجن کامل تکریری کمون کے ساتھ دباؤں ۱۳۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق اور ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق کے درمیان کام کرتا ہے اور تپشیں علی الترتیب ۵۵۰° ف اور ۵۰° ف ہیں۔ فشارہ پر کا اوسط موثر دباؤ معلوم کرو۔

(۷) ایک ہوائی انجن کامل دور پر کام کرتا ہے جس میں حرارت مستقل دباؤ کے تحت حاصل ہوتی اور مستقل حجم کے تحت خارج ہوتی ہے۔ چوس ضرب کے ختم پر دباؤ ۱۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے اور تپش ۶۰° ف۔ پچکاؤ کی نسبت ۱۲ ہے اور پھیلاؤ کی نسبت ۶ء۵ ہے۔ اگر پھیلاؤ اور پچکاؤ کے منحنی د حم ۱ء۳ = مستقل کے حرناگذار ہوں تو دور کے لیے اوسط دباؤ اور اس کی استعداد دریافت کرو۔

(۸) ایک تصوری انجن ذیل کے دور پر کام کرتا ہے۔ ہوا کرۂ ہوائی کے دباؤ ۷ء۱۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق اور تپش ۵۵° ف پر لی جاتی ہے اور تب حرناگذار طور پر پچکائی جاتی ہے یہاں تک کہ ضرب کے ختم پر دباؤ ۵۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہو جائے۔ حرارت تب مستقل دباؤ کے تحت حاصل کی جاتی اور ہوا حرناگذار طور پر پھیلتی ہے جبکہ پھیلاؤ کی نسبت ۵ ہے ہوا کا نکاس پھیلاؤ ضرب کے ختم پر ہوتا ہے اور حرارت مستقل حجم کے تحت خارج ہوتی ہے۔ استعداد دریافت کرو

[مخ د = ۲۳۷۵ء۰ اور مخ حم = ۱۶۹۱ء۰ لیا جائے]

تیسرا باب (۴۰)

بھاپ کے خواص

۴۰۔ مستقل دباؤ کے تحت بھاپ کی تکوین ـــ جب ایک بھاپ جو شارہ کا انجن کام کرتا ہے تو اس سے بھاپ اسی شرح سے کھینچی جاتی ہے جس شرح سے کہ اس کی تکوین عمل میں آتی ہے۔ فرض کرو کہ ایک پونڈ پانی تپش تـ° ف پر جس کا حجم حجم آپ ہو گرم کیا جائے تو عمل حسب ذیل ہوں گے۔

(۱) پانی کی تپش کسی تپش تـ° ف تک بڑھیگی جس پر کہ بھاپ بننا شروع ہوگی۔ تـ کی قیمت اس دباؤ پر منحصر ہوگی (جو پورے عمل کے دوران میں مستقل رہتی ہے) جس کے تحت پانی ہے۔ حرارت کی مقدار جو اس طرح پہنچائی گئی وہ حسی حرارت کہلاتی ہے۔ اگر پانی کی حرارت نوعی مستقل اور اکائی کے مساوی فرض کی جائے تو حسی حرارت کی مقدار جو پہنچائی گئی

ب۔ح۔ا = تـ۔تـ°

حرارت نوعی اگرچہ بالکل مستقل[1] نہیں رہتی لیکن تغیر اتنا خفیف ہوتا ہے کہ عملی اغراض کے لیے نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔ بہرحال پانی کی حرارت نوعی تقریبی حسابات میں

[1] ملاحظہ ہو مارکس اور ڈیولس کے "بھاپ جداول"، لانگمنس گرین اینڈ کمپنی۔

اکائی کے مساوی فرض کی جا سکتی ہے۔

(۲) اگر حرارت کا پہنچانا جاری رکھا جائے تو مستقل تپش تْ ف کے تحت بھاپ بن جائیگی یہاں تک کہ تمام پانی بخار بن جائے۔ اس منزل میں جبکہ پانی کے تماس کے ساتھ بھاپ بن رہی ہو تو ایسی بھاپ سیر شدہ کہلاتی ہے۔ جبکہ پورا ایک پونڈ پانی بھاپ میں تبدیل ہو جائے تو دوران تبخیر حرارت جو پہنچائی گئی مخصوص تپش تْ پر مخفی حرارت کہلاتی ہے اور بھاپ خشک سیر شدہ بھاپ کہلاتی ہے۔

(۳) اور اگر مزید حرارت پہنچائی جائے تو خشک سیر شدہ بھاپ کی تپش فرض کرو تْ ف تک بڑھیگی۔ حرارت کی مقدار جو اس طرح پہنچائی جائے وہ حسی حرارت ہے اور تقریباً = نحِ (تہ - تْ)   ب - ح - ۲ جہاں نحِ بھاپ کی اوسط حرارت نوعی مستقل دباؤ کے تحت ہے۔

اس لیے بھاپ کا وجود بطور خشک یا تر سیر شدہ بھاپ کے یا برگرم بھاپ کے فرض ہوسکتا ہے۔ تپش تْ اس مخصوص دباؤ کی متناظر ہے جس کے تحت بھاپ بنی ہو اور یہ سیری کی تپش کہلاتی ہے۔ برگرم بھاپ جس کی تپش سیری کی تپش سے بہت بلند ہے خواص کے لحاظ سے کامل گیس تک پہنچتی ہے اور رینکن نے اس کا نام بھاپ گیس رکھا ہے۔

(۴۱) ۳۱۔ سیر شدہ بھاپ کے دباؤ اور تپش کا باہمی رشتہ۔

دباؤ اور تپش کو ملانے والا کوئی سادہ رشتہ نہیں ہے۔ اس موضوع پر اعلیٰ تجربات کے بعد رینو نے ۱۸۴۷ میں ذیل کا کلیہ بتلایا۔

$$د = \frac{(ت + ۴۰)^{۵}}{۱۴۷} \quad .... \quad (۱)$$

جہاں د = مطلق دباؤ پونڈ فی مربع انچ میں

ت = تپش فیرنہیٹ درجوں میں

کیلنڈر نے حسب ذیل ضابطہ سے رشتہ ظاہر کیا۔

$$\text{لوک د} = ۶٫۱۰۰۷ - \frac{۲۷۳۲}{\text{ت}} - \frac{۳۹۶۹۴۵}{\text{ت}^{۲}} \qquad \ldots\ldots\ldots (۲)$$

جہاں د = مطلق دباؤ پونڈ فی مربع انچ میں

ت = مطلق تپش فیرنہیٹ پیمانہ میں

۱۹۰۰ء میں تھیسن (Thiesen) نے حسب ذیل ضابطہ سے رشتہ بتلایا۔

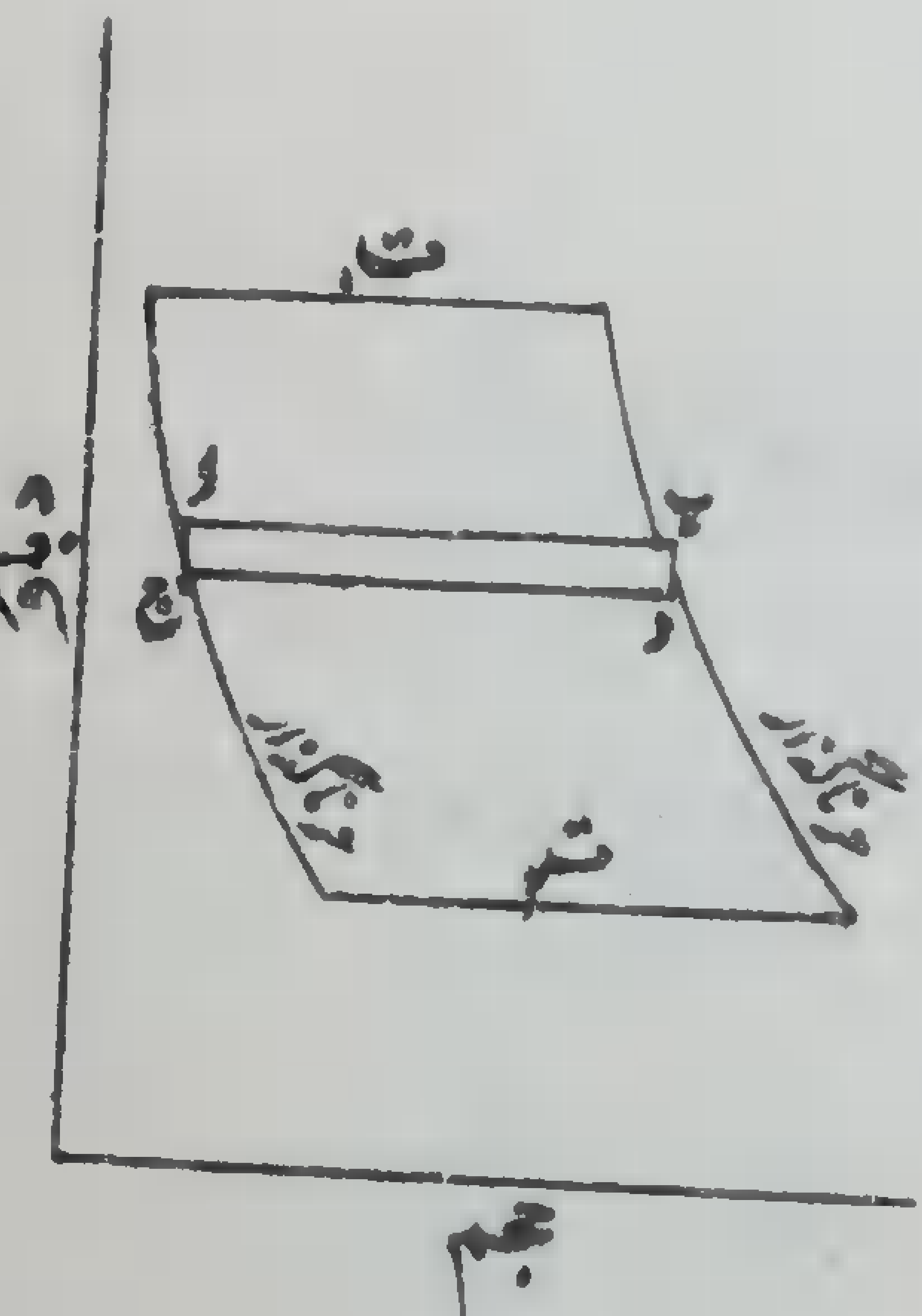
$$(\text{ت} + ۴۵۹٫۶)\ \text{لوک}\ \frac{\text{د}}{۱۴٫۷۰} = ۵٫۴۰۹\,(\text{ت} - ۲۱۲)$$
$$- ۳٫۷۱ \times ۱۰^{-۱۰} \left\{ (۶۸۹ - \text{ت})^{۴} - ۴۷۷^{۴} \right\} \qquad \ldots\ldots (۳)$$

جہاں د = مطلق دباؤ پونڈ فی مربع انچ میں

ت = تپش معمولی فیرنہیٹ پیمانہ میں

۲۲۔ خشک سیر شدہ بھاپ کے دباؤ اور حجم کا باہمی رشتہ

کسی مخصوص دباؤ پر کی ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کا حجم نوعی حجم کہلاتا ہے اور راست تجربے کے ذریعے اس کا ناپنا نہایت ہی دشوار ہے۔ لیکن حسب ذیل طریقے سے محسوب کیا جاتا ہے۔



شکل ۱۵

کارنو کے دور پر کام کرنیوالے ایک کامل حرارتی انجن پر غور کرو جس میں کام کرنے والا سیال بھاپ ہے اور جو تپش کے حدود ت اور ت کے درمیان کام کرتا ہے۔ شکل ۱۵ میں اظہار نقشہ دیا گیا ہے۔ حرارت جو دباؤ پر بھاپ لی گئی

وہ اس کی حرارت مخفی مخ ہے اور چونکہ استعداد $\frac{\text{ت}_1 - \text{ت}_2}{\text{ت}_1}$ ہے (دفعہ ۲۱) اس لیے نقشہ کا رقبہ یا فی پونڈ کیا ہوا کام حسب ذیل ہوگا

$$\text{ع}\ \frac{\text{ت}_1 - \text{ت}_2}{\text{ت}_1}\ \text{ب ج ا یا جو مخ}\ \frac{\text{ت}_1 - \text{ت}_2}{\text{ت}_1}\ \text{فٹ پونڈ} \qquad (1)$$

اب فرض کرو کہ تپش کی وسعت بہت چھوٹی ہے یعنے ت سے ت ـ مف ت تک ـ تپش کا تنزل چھوٹی مقدار مف ت ہے اور متناظر دباؤ کا تنزل بھی چھوٹی مقدار مف د ہے ـ اب منظہار نقشہ پتلی پٹی اب د ج سے تعبیر ہوگا ـ

نقشہ کا طول = اب = $\text{حم}_{\text{ب}} - \text{حم}_{\text{پ}}$ اور

نقشہ کی بلندی = ب د = مف د

(۴۲) اس لیے رقبہ اب د ج یا کیا ہوا کام یہ ہوگا

$$\text{مف د}\ (\text{حم}_{\text{ب}} - \text{حم}_{\text{پ}}) \qquad (2)$$

لیکن (۱) سے کیا ہوا کام = $\text{جو مخ}\ \frac{\text{مف ت}}{\text{ت}}$

(۱) اور (۲) کو مساوات میں لانے سے

$$\text{مف د}\ (\text{حم}_{\text{ب}} - \text{حم}_{\text{پ}}) = \text{جو مخ}\ \frac{\text{مف ت}}{\text{ت}}$$

$$\text{حم}_{\text{ب}} = \text{حم}_{\text{پ}} + \frac{\text{جو مخ}}{\text{ت}} \cdot \frac{\text{مف ت}}{\text{مف د}} \qquad (3)$$

یہ تقریباً صحیح ہے جبکہ مف ت اور اس لیے مف د چھوٹے محدود مقدار ہوں ـ اب اگر مف ت لاانتہا گھٹائی جائے تو (۳) کی انتہائی قیمت یہ ہوگی

$$\text{حم}_{\text{ب}} = \text{حم}_{\text{پ}} + \frac{\text{جو مخ}}{\text{ت}} \cdot \frac{\text{فر ت}}{\text{فر د}} \qquad (4)$$

جس میں $\text{حم}_{\text{پ}}$ = مطلق تپش ت پر ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کا حجم مکعب فٹ میں

$حم_{پ}$ = ایک پونڈ پانی کا حجم مکعب فٹ میں

$\frac{فرت}{فرد}$ کی قیمت تپش دباؤ کے منحنی سے حاصل ہوتی ہے جو منحنی پر خط مماس ہے اور زیر غور تپش اور دباؤ کے نقطہ میں سے گزرتا ہے طالب علم کے لیے مفید ہوگا اگر وہ کتاب کے اخیر میں دیے ہوئے بھاپ جدولوں کے ذریعہ تپش دباؤ کے منحنی کی ترسیم کرے اور اس منحنی کے ذریعہ ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کا حجم چند مختلف دباؤوں پر معلوم کرے اور ان معلوم کردہ حجموں کا مقابلہ جداول کے حجموں سے کرے۔

مساوات (۴) کے ذریعہ دباؤ کے تغیر سے پانی کے نقطۂ انجماد کا تغیر معلوم ہوسکتا ہے۔ یہ ذیل کی مثال سے واضح ہوگا۔

یہ معلوم ہے کہ ۳۲° ف پر ایک پونڈ پانی کے حجم میں انجماد کی وجہ ۰۱۶ء۰ مکعب فٹ سے ۰۱۷۴ء۰ مکعب فٹ تک تغیر ہوتا ہے اور حرارت مخفی ۱۴۴ ب-ح-ا خارج ہوتی ہے۔ اور مساوات (۴) سے

$$\frac{فرت}{فرد} = -(حم - حم_{پ})\frac{ت}{جو\ مخ}$$

جہاں حم = ایک پونڈ مخ کا حجم ۳۲° ف یا ۴۹۲° مطلق پر مکعب فٹ میں

اور $حم_{پ}$ = " " پانی " " " "

$$\therefore \frac{فرت}{فرد} = -\frac{۴۹۲(۰۱۶ء۰ - ۰۱۷۴ء۰)}{۱۴۴ \times ۷۷۸}$$

$$= -۰۰۰۰۰۶۵ء۰$$

لہٰذا کرۂ ہوائی کے دباؤ پر جبکہ فرد = ۲۱۱۶ پونڈ فی مکعب فٹ

$$فرت = -۲۱۱۶ \times ۰۰۰۰۰۶۵ء۰$$

$$= -۰۱۳۵ء۰° ف$$

یعنی پانی کے نقطۂ انجماد میں ہر کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تغیر سے ۰۱۳۵ء۰° ف کا تغیر ہوتا ہے اس طرح ۱۱ کرات ہوائی کے دباؤ پر $\frac{فرت}{فرد}$ کو مستقل مان کر نقطۂ انجماد ۸۶۵ء۳۱° ف ہوگا۔

۴۳ - سیر شدہ بھاپ کی تبخیر کی کل حرارت -

ایک پونڈ سیر شدہ بھاپ کی کل حرارت کا حساب ہمیشہ ۳۲° ف سے لگایا جاتا ہے -
(۴۳) دفعہ ۳۰ منازل (۱) اور (۲) کے لیے -

کل حرارت ح = حرارت ظاہری + مخفی حرارت

ح = ح + مخ .... (۱)

تپش ت° ف پر بھاپ کے لیے یہ تقریباً اس طرح ہوتا ہے

ح = (ت - ۳۲) + مخ

ح کی قیمت جو رینو نے معلوم کی ذیل کی مساوات سے تقریباً ظاہر ہوسکتی ہے

ح = ۱۰۸۲ + ۰٫۳ ت ب - ح - ا .... (۲)

خشک سیر شدہ بھاپ کے لیے تبخیر کی کل حرارت کی زیادہ صحیح قیمت یہ ہے

ح = ۱۱۵۰٫۳ + ۰٫۳۷۴۵ (ت - ۲۱۲) - ۰٫۰۰۰۵۵ (ت - ۲۱۲)²

ب - ح - ا ....(۳)

اگر تپش م° میں ناپی جائے تو ح کی قیمت رینو کے مطابق تقریباً ایسی لکھی جاسکتی ہے

ح = ۶۰۰ + ۰٫۳ ت م - ح - ا .... (۴)

اوپر کی مساواتیں صرف خشک سیر شدہ بھاپ کی حد تک ہونگی - اگر بھاپ تر ہو تو اس کے بننے کے دوران میں حرارت جو پہنچائی گئی حرارت مخفی مخ کے مساوی نہ ہوگی کیونکہ تمام پانی بخار نہیں بنا - فرض کرو کہ ایک پونڈ تر بھاپ میں لا پونڈ بھاپ ہے اور باقی ماندہ (۱ - لا) پانی ہے جو جبلی طور پر اس میں معلق ہے - تب لا بھاپ کی خشکی کی کسر کہلاتی ہے - اور

ح = ح + لا مخ .... (۵)

۴۴ - مستقل دباؤ کے تحت دوران تبخیر بیرونی

---

۵ - مارکس اور ڈیویس کی بھاپ کے جداول

کام جو کیا گیا ۔ فرض کرو د مطلق دباؤ فی مربع فٹ پونڈ میں ہے جس کے تحت بھاپ کی تکوین عمل میں آتی ہے ۔ دورانِ تبخیر حجم میں تغیر ہوگا' ایک پونڈ پانی کے حجم (حمِ پ) سے ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کے حجم (حمِ ب) تک اور بیرونی کام یہ ہوگا

دباؤ (پونڈ فی مربع فٹ) × حجم کا تغیر (مکعب فٹ)

یعنے ی = د (حمِ ب - حمِ پ) فٹ پونڈ یا

$\frac{د}{جو}$ (حمِ ب - حمِ پ) حرارتی اکائیاں

اگر بیرونی کام ب ۔ ح ۔ ا میں مطلوب ہو تو جو کی قیمت ۷۷۸ ہے اور اگر جو ۱۴۰۰ لیا جائے تو نتیجہ م ۔ ح ۔ ا میں ہوگا۔

۳۵ - بھاپ کی اندرونی توانائی ۔ اگر مستقل دباؤ کے تحت بھاپ کی تکوین ہو تو تبخیر کی حرارت جس کی تعریف دفعہ ۳۲ میں کی گئی ہے بھاپ کی کل حرارت نہ ہوگی ۔ تبخیر کے دوران میں $\frac{د}{جو}$ (حمِ ب - حمِ پ) حرارتی اکائیوں کی مقدار کا کام کرنا ہوگا اور حرارت مخفی مخ کا یہ حصہ بھاپ میں نہیں پایا جائیگا ۔ یہ فرق اندرونی مخفی حرارت کہلاتا ہے اور و سے تعبیر ہوتا ہے ۔ اس لیے اندرونی مخفی حرارت اس طرح لکھی جاتی ہے

مخفی حرارت ۔ تبخیر کے دوران میں کیا ہوا کام

$$و = مخ - \frac{د}{جو} (حمِ ب - حمِ پ) \qquad (۱)$$

پانی کی حرارت ظاہری اور اندرونی حرارت مخفی کے مجموعہ کا نام بھاپ کی ذاتی یا اندرونی توانائی رکھا گیا۔ (۴۴)

یعنے اندرونی یا ذاتی توانائی (ع) = و + ح ....(۲)

یا ع = ح - ی ....(۲ا)

اس لیے تبخیر کی کل حرارت اس طرح لکھی جا سکتی ہے

ح = ح + خ

یا ح = ح + و + ی ....(۳)

بھاپ کی حرارت مخفی اس تپش کے ساتھ بدلتی ہے جس پر کے اس کی تکوین ہوتی ہے اور عملی حسابات میں جبکہ بھاپ جداول دستیاب نہ ہوسکیں تو تقریبی ضابطہ کے ذریعے حاصل ہوسکتی ہے۔

خ = ۱۱۱۴ - ۷ء۰ ت ب۔ح۔ا ....(۴)

جہاں ت سیری کی تپش ف° میں ہے

یا خ = ۱۴۳۷ - ۷ء۰ مت ....(۴ا)

جہاں مت بھاپ کی مطلق تپش ہے یعنے ت + ۴۶۰° اس لیے خشک سیر شدہ بھاپ کی کل حرارت تقریباً حسب ذیل ہوگی

ح = ح + خ

= (ت - ۳۲) + ۱۱۱۴ - ۷ء۰ ت

= ۱۰۸۲ + ۳ء۰ ت ب۔ح۔ا فی پونڈ ....(۵)

یہی نتیجہ دفعہ ۳۳ میں دیا جا چکا ہے۔

مساوات (۴) سے ظاہر ہوگا کہ تپش (اور اس لیے دباؤ) کے اضافہ سے حرارت مخفی گھٹتی ہے لیکن (۵) کے ذریعہ تپش (اور اس لیے دباؤ) کے اضافہ سے کل حرارت ہمیشہ بڑھتی ہے۔ اگر تپش م° میں ناپی جائے تو تقریبی ضابطہ یہ ہوگا

خ = ۶۰۷ - ۷ء۰ ت م۔ح۔ا ....(۶)

جہاں ت سیری کی تپش م° میں ہے۔

اس لیے خشک سیر شدہ بھاپ کی کل حرارت اس طرح تقریباً ظاہر کی جا سکتی ہے

ح = ح + خ

= ت + ۶۰۷ - ۰٫۷ ت

= ۶۰۷ + ۰٫۳ ت م۔ح۔ا فی پونڈ .... (۷)

۲۶۔ تر بھاپ کے حجم نوعی اور اندرونی توانائی۔

یکساں دباؤ کے تحت خشک بھاپ کے حجم نوعی سے تر بھاپ کی حجم نوعی یا ایک پونڈ تر بھاپ کا حجم (پانی اور بھاپ کی کثافتوں کے فرق کی وجہ جو اس میں موجود ہیں) کم ہوگا۔

فرض کرو $حم_{پ ب}$ ایک پونڈ تر بھاپ کا حجم مکعب فٹ میں ہے۔ تب پہلے ہی کی ترقیم استعمال کریں تو

$حم_{پ ب}$ = (خشک بھاپ کا حجم + پانی کا حجم) آمیزہ کے ایک پونڈ میں

$حم_{پ ب} = لا\,حم_{ب} + (۱ - لا)\,حم_{پ}$ .... (۱)

یا پانی کے حجم $(۱ - لا)\,حم_{پ}$ کو نظر انداز کرنے سے

$حم_{پ ب} = لا\,حم_{ب}$ تقریباً .... (۲)

مستقل دباؤ کے تحت ایک پونڈ تر بھاپ بننے کے دوران میں بیرونی کیا ہوا (۴۵)

کام یہ ہوگا

ی = دباؤ فی مربع فٹ × حجم کا تغیر (مکعب فٹ)

$ی = د\{لا\,حم_{ب} + (۱ - لا)\,حم_{پ} - حم_{پ}\}$ فٹ پونڈ

$= د\,(لا\,حم_{ب} - لا\,حم_{پ})$ فٹ پونڈ .... (۳)

یا $ی = \frac{د\,لا}{جو}\,(حم_{ب} - حم_{پ})$ حراری اکائیاں .... (۴)

اب تبخیر کی کل حرارت دفعہ ۳۳ (۱) سے

خَ = ح + لا مخ

اس لیے اندرونی یا ذاتی توانائی یہ ہے

ۓ = خَ - ی

= ح + لا مخ - $\frac{\text{د لا}}{\text{جو}}$ (حجم ب - حجم پ) حرارت کی اکائیاں (۵)

۳۷۔ پُر گرم بھاپ۔ مستقل دباؤ کے تحت بھاپ کی حرارت نوعی (نح د) پہلے رینو نے دریافت کی اور اس نے صرف کرۂ ہوائی کے دباؤ پر کی بھاپ لے کر تجربہ کیا تھا اور جو عدد کہ اس نے حاصل کیا وہ (۰٫۴۸۰۵) تھا۔ اس وقت سے بے انتہا تحقیقات مختلف دباؤں پر حرارت نوعی کی دریافت کے لیے کیے گئے اور جو نتائج حاصل ہوئے حسب ذیل مختصراً بیان کیے جاتے ہیں۔

(۱) اوسط قیمت ۰٫۴۸۰۵ جو رینو نے ابتداء میں حاصل کی تھی وہ صرف کرۂ ہوائی کے دباؤ پر کی بھاپ کے لیے درست ہے۔ کیونکہ یہی دباؤ اس نے اپنے تجربات میں استعمال کیا تھا۔

(۲) حرارت نوعی دباؤ اور تپش دونوں کا تفاعل ہے۔

(۳) نح د کی قیمت دباؤ کے اضافہ سے بڑھتی ہے اور تپش کی ترقی سے گھٹتی ہے۔

کرۂ ہوائی کے دباؤ کی قربت میں حالیہ تحقیقات رینو کی قیمت ۰٫۴۸ کی تصدیق کرتے ہیں۔ ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق پر اور اس دباؤ کی تمناظر سیری کی تپش پر یہ قیمت تقریباً ۰٫۵۷ ہے اور تقریباً ۰٫۴۸ ف پر ۰٫۴۸ تک گھٹتی ہے۔ ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ کی تمناظر سیری کی تپش پر نح د = ۰٫۷ اور یہ تپش ۰٫۴۹ ف پر ۰٫۴۹ تک گھٹتی ہے۔

دباؤ اور تپش کے ساتھ نح د کا تغیر بتلانے والے مکمل منحنی مارکس اور ڈیولیس کے "بھاپ جداول" میں مل سکتے ہیں۔

پُرگرم بھاپ کی کُل حرارت — ایک پونڈ پُرگرم بھاپ کی کل حرارت مساوی ہوگی فی پونڈ خشک سیرشدہ بھاپ کی تبخیر کی حرارت کے + اس مزید حرارت کی مقدار کے جو پُرگرم کرنے کے دوران میں پہنچائی گئی - یہ آخرالذکر مقدار تپش کا تفاعل ہوگی اور اس طرح ظاہر کی جاتی ہے

$$\int_{ت}^{تَ} مخ_د فرت$$

جہاں ت = سیری کی تپش
اور تَ = پُرگرم بھاپ کی تپش
اس لیے کل حرارت حسب ذیل لکھی جا سکتی ہے

$$ح = ح + مخ + \int_{ت}^{تَ} مخ_د فرت \text{ حرارتی اکائیاں} \quad ....(۱)$$

خالص عملی مسئلوں کے لیے ہم مخ_د مستقل فرض کر سکتے ہیں اور اس مفروضہ کے تحت کل حرارت کا جملہ حسب ذیل ہوگا (۴۶)

$$ح = ح + مخ + مخ_د (تَ - ت) \text{ حرارت کی اکائیاں} \quad ....(۲)$$

اگر تپشیں مئی پیمانہ میں ناپی جائیں تو ح، م - ح - ۱ ایس ہوگا اور اگر فیرنہیٹ میں ہو تو ح . ب - ح - ۱ ایس -

۳۸ - بھاپ کی تارکشی یا خناق — اگر تر بھاپ کو آزاد طور پر بغیر کام کیے اس طرح پھیلنے دیا جائے کہ اس کی ابتدائی اور آخری رفتاریں مساوی ہوں اور یہ عمل بغیر حرارت منتقل کیے یا خارج کئے ہو تب وہ بھاپ پہلے سے زیادہ خشک ہو جائیگی اور اگر ابتدا میں بھاپ خشک ہو تو وہ پھیلاؤ کے بعد پُرگرم ہو جائیگی -

اس قسم کا بغیر مزاحمت کے آزاد پھیلاؤ مستقل حرارت کے تحت کا پھیلاؤ کہلا سکتا ہے (چونکہ حرارت کا کوئی تبادلہ نہیں) اور یہ بھاپ کی تارکشی یا خناق ہوگی۔

فرض کرو $د_1$ = بھاپ کا ابتدائی دباؤ خناق کے قبل

$د_2$ = بھاپ کا آخری دباؤ " " بعد

$ح_1$ = دباؤ $د_1$ کے تحت فی پونڈ سیر شدہ بھاپ کی کل حرارت

$ح_2$ = دباؤ $د_2$ کے تحت فی پونڈ اسی قسم کی سیر شدہ بھاپ کی کل حرارت۔

تب $ح_1$، $ح_2$ سے زیادہ ہے اور چونکہ بغیر مزاحمت کے پھیلاؤ کے دوران میں حرارت نہ پہنچائی گئی اور نہ خارج کی گئی اس لیے ہر پونڈ بھاپ کے لیے ($ح_1$ - $ح_2$) حرارتی اکائیاں حاصل ہو سکتے ہیں بھاپ کو خشک کرنے کے لیے اگر ابتداءً تر ہو اور اگر ابتداءً خشک ہو تو پُر گرم کرنے کے لیے۔ مزید برآں اگر ($ح_1$ - $ح_2$) حرارتی اکائیاں بھاپ کو پوری طور پر خشک کرنے کی ضرورت سے زیادہ ہوں تو فاضل مقدار پُر گرم کرنے کے کام میں آسکتی ہے۔

اگر بھاپ خناق کے بعد تر ہو تو فی پونڈ کے لیے

خناق کے قبل کی حرارت = خناق کے بعد کی حرارت

$$ح_1 + لا_1 خ_1 = ح_2 + لا_2 خ_2$$

جہاں لاحقے ۱ اور ۲ بھاپ کی حالت علی الترتیب قبل خناق اور بعد خناق ظاہر کرتے ہیں۔

مثال (۱) ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ کے تحت ایک پونڈ سیر شدہ بھاپ کی تبخیر کی کل حرارت اور اندرونی توانائی دریافت کرو۔ (ا) جبکہ بھاپ خشک ہو (ب) جبکہ بھاپ کی خشکی کی کسر ۰٫۸ ہو۔ سیری کی تپش ۳۲۸° ف ہے اور اس دباؤ اور تپش پر سیر شدہ بھاپ کا حجم نوعی ۴٫۴۲۹ مکعب فٹ ہے۔

۳۲۸° ف پر حرارت مخفی = ۱۱۱۴ - ۳۲۸×۰٫۷

= ۱۱۱۴ - ۲۲۹٫۵۶ = ۸۸۴٫۴۴ ب ح ا

(ا) کل حرارت ح = ح + خ

= (۳۲۸ − ۳۲) + ۸۸۴٫۴

= ۱۱۸۰٫۴ ب۔ح۔ا

دفعہ ۳۴ سے

بیرونی کیا ہوا کام ی = $\frac{د}{جو}$ (حم~ب~ − حم~پ~)

یہاں د = ۱۰۰ × ۱۴۴ پونڈ فی مربع فٹ اور ایک پونڈ پانی کا حجم (حم~پ~) ۰٫۰۱۶ مکعب فٹ ہے لہٰذا (۴۷)

ی = $\frac{۱۰۰ × ۱۴۴}{۷۷۸}$ (۴٫۲۲۹ − ۰٫۰۱۶)

= $\frac{۱۰۰ × ۱۴۴}{۷۷۸}$ × ۴٫۲۱۳

= ۷۷٫۹ ب۔ح۔ا

∴ اندرونی توانائی ع = ح − ی (دفعہ ۳۵ (۹۲))

= ۱۱۸۰٫۴ − ۷۷٫۹

= ۱۰۰۲٫۵ ب۔ح۔ا

(ب) ح = ح + لا خ

= (۳۲۸ − ۳۲) + ۰٫۸ × ۸۸۴٫۴

= ۲۹۶ + ۷۰۷٫۵

= ۱۰۰۳٫۵ ب۔ح۔ا

دفعہ ۳۶(۴) سے

بیرونی کیا ہوا کام ی = $\frac{د لا}{جو}$ (حم~ب~ − حم~پ~)

= $\frac{۰٫۸ × ۱۰۰ × ۱۴۴}{۷۷۸}$ × ۴٫۲۱۳

= ۶۲٫۳ ب۔ح۔ا

اندرونی توانائی ء = ح - ی

= ۱۰۰۳٫۵ - ۶۲٫۳

= ۹۴۱٫۲ ب-ح-ا

مثال (۲) ایک بھاپ جو شارہ میں فی پونڈ معدنی کوئلہ کے جلنے سے ۹٫۵ پونڈ بھاپ کی تکوین ہوتی ہے۔ جو شارہ کا دباؤ گیج سے ۱۵۵٫۳ پونڈ فی مربع انچ ہے اور بھرن پانی کی تپش ۹۰° ف ہے۔ اگر بھاپ کی خشکی کی کسر ۰٫۹۸ اور معدنی کوئلہ کی حراری قیمت ۱۴۵۰۰ ب-ح-ا فی پونڈ ہوں تو جو شارہ کی استعداد دریافت کرو۔

یہاں بھاپ کا مطلق دباؤ = ۱۵۵٫۳ + ۱۴٫۷

= ۱۷۰ پونڈ فی مربع انچ

بھاپ جداول کے ذریعہ (صفحہ ۳۴۴) اس دباؤ پر ہم معلوم کرتے ہیں کہ

ح = ۳۴۰٫۷ اور ج = ۸۵۴٫۷

لہذا تبخیر کی کل حرارت فی پونڈ

ح = ح + لاج

= ۳۴۰٫۷ + ۰٫۹۸ × ۸۵۴٫۷

= ۳۴۰٫۷ + ۸۴۷٫۶

= ۱۱۸۸٫۳ ب-ح-ا

لیکن بھرن کی تپش ۹۰° ف ہے اس لیے ہر پونڈ پانی میں ۹۰-۳۲ یا ۵۸ ب-ح-ا ہوتے ہیں جبکہ وہ جو شارہ میں پہنچایا جاتا ہے۔

حرارت جو جو شارہ نے فی پونڈ بھاپ پہنچائی

= ۱۱۸۸٫۳ - ۵۸

= ۱۱۳۰٫۳ ب-ح-ا

جو شارہ کی استعداد = $\frac{۹٫۵ \times ۱۱۳۰٫۳}{۱۴۵۰۰}$

= ۰٫۷۴۰۵ یا ۷۴٫۰۵ فیصد

مثال (۳) ایک بھاپ انجن کے ظہار نقشہ کے ناپ بتلاتے ہیں کہ

(۴۸) دورانِ پھیلاؤ کسی ایک آن میں بھاپ کا حجم ۱ء۱۵ مکعب فٹ اور دباؤ ۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے اگر استوانہ میں بھاپ کا وزن ۰ء۱۵ پونڈ ہو تو اس آن میں بھاپ کا وصف کیا ہوگا؟

"بھاپ جداول" کے دیکھنے سے معلوم ہوتا ہے کہ ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کا حجم ۸ء۵۱ مکعب فٹ ہے۔ اس لیے اگر استوانہ میں بھاپ خشک ہوتی تو اس کا حجم

۰ء۱۵ × ۸ء۵۱ = ۱ء۲۷ مکعب فٹ ہوتا

لہٰذا بھاپ میں کے پانی کا حجم نظر انداز کردینے سے

خشکی کی کسر = ۱ء۱۵ / ۱ء۲۷ = ۰ء۸۸

مثال (۴) ۳ مکعب فٹ کی گنجائش کا ظرف ۲۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ پر کی بھاپ سے بھرا ہوا ہے جس کی خشکی کی کسر ۰ء۸ ہے۔ اس کا تعلق ایک بھاپ نلی سے کیا جاتا ہے جس میں کی بھاپ کا دباؤ ۱۹۰ پونڈ فی مربع انچ ہے اور خشکی کی کسر ۰ء۹ ہے تب نلی سے اس ظرف میں بھاپ داخل کی جاتی ہے یہاں تک کہ ظرف میں کا دباؤ ۱۹۰ پونڈ مطلق ہو جائے۔ بھاپ کا وزن جو داخل کیا گیا اور آمیزہ کی آخری خشکی کی کسر دریافت کرو۔

دباؤ	ح	خ	حجم نوعی
۲۰	۱۹۶ء۱	۹۶۰ء۰	۲۰ء۰۸
۱۹۰	۳۵۰ء۴	۸۴۶ء۹	۲ء۴۰

ہم کو چاہیے ظرف میں کی بھاپ کا وزن ۲۰ پونڈ فی مربع انچ دباؤ کے تحت معلوم کریں، جو حسب ذیل ہے

بھاپ میں کے پانی کا حجم نظر انداز کردینے سے

۰٫۸ خشکی کے کسر کا ایک پونڈ کا حجم

= ۲۰۰٫۸ × ۰٫۸ = ۱۶۰٫۶۴ مکعب فٹ

بھاپ کا حقیقی حجم = ۳ مکعب فٹ

∴ بھاپ کا وزن = ۳ / ۱۶۰٫۶۴ = ۰٫۰۱۸۶۸ پونڈ

فرض کرو و = داخل کی ہوئی بھاپ کا وزن پونڈ میں

اور لا = آمیزہ کی آخری خشکی کی کسر

تب ۲۰ پونڈ دباؤ پر کی ۰٫۰۱۸۶۸ پونڈ بھاپ کی کل حرارت اور ۱۹۰ پونڈ دباؤ پر کی و پونڈ کی حرارت ظرف میں داخل ہونے کے قبل یہ ہے

۰٫۰۱۸۶۸ (۱۹۶٫۱ + ۹۶۰ × ۰٫۸) + و (۲۵۰٫۴ + ۸۴۶٫۹ × ۰٫۹) ب-ح-ا

= ۰٫۰۱۸۶۸ (۱۹۶٫۱ + ۷۶۸) + و (۲۵۰٫۴ + ۷۶۲٫۲) ب-ح-ا

آمیزش کے بعد حرارت کی جملہ مقدار ظرف میں یہ ہوگی

(و + ۰٫۰۱۸۶۸) (۲۵۰٫۴ + ۸۴۶٫۹ × لا) ب-ح-ا

فرض کریں کہ آمیزش کے دوران میں حرارت کا کوئی نقصان نہیں ہوتا ہے اور ظرف کی حرارتی گنجائش کو نظرانداز کردیں تو یہ دونوں مقداریں مساوی ہونگی

∴ (و + ۰٫۰۱۸۶۸) (۲۵۰٫۴ + ۸۴۶٫۹ × لا)

= ۰٫۰۱۸۶۸ × ۹۶۴٫۱ + و × ۱۰۱۲٫۶ ......(۱)

مساوات (۱) میں دو نامعلوم لا، اور و ہیں اس لیے ہم کو چاہیے کہ ان دونوں کو ملانے والی دوسری مساوات دریافت کریں۔ اگر ظرف کے آخری مشمولات خشک اور سیر شدہ ہوں تو حجم یہ ہوگا

(و + ۰٫۰۱۸۶۸) ۲٫۴ مکعب فٹ

حجم جو حقیقتاً بھرا ہوا ہے وہ ۳ مکعب فٹ ہے۔ لہذا موجودہ پانی کے (۴۹)
حجم کو نظرانداز کردیں تو

لا = ۳ / (۲٫۴ (و + ۰٫۰۱۸۶۸)) ....(۲)

(۲) کو (۱) میں مندرج کرنے سے

(و + ۰٫۱۸۶۸) (۳۵۰٫۴ + ۳ × ۸۴۶٫۹ / ۲٫۴(و + ۰٫۱۸۶۸))

= ۱۱۱۲٫۶ × و + ۹۶۳٫۱ × ۰٫۱۸۶۸

۳۵۰٫۴ و + ۶۵٫۴۵ + ۳ × ۸۴۶٫۹ / ۲٫۴ = ۱۱۱۲٫۶ و + ۱۸۰٫۰۹

۳۵۰٫۴ و + ۶۵٫۴۵ + ۱۰۵۸٫۶ = ۱۱۱۲٫۶ و + ۱۸۰٫۰۹

۷۶۲٫۲ و = ۹۴۳٫۹۶

و = ۱٫۲۳۸ پونڈ

و کی یہ قیمت (۲) میں مندرج کرنے سے

لا = ۳ / ۲٫۴(۱٫۲۳۸ + ۰٫۱۸۶۸)

= ۰٫۸۷۷

مثال (۵) ۲۴۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۴۲۹° ف) دباؤ کے تحت ۰٫۹۷ خشکی کی بھاپ کی تارکشی ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۳۸۲° ف) تک کی گئی تو تخفیفی کواڑی کے انجن والے جانب خشکی کی کسر معلوم کرو۔

اس مسئلہ کو بغیر بھاپ جداول استعمال کیے حل کریں تو

حرارت مخفی ۴۲۹° ف پر = ۱۱۱۴ − ۰٫۷ × ۴۲۹

= ۸۱۴ ب۔ح۔ا

حرارت مخفی ۳۸۲° ف پر = ۱۱۱۴ − ۰٫۷ × ۳۸۲

= ۸۴۷ ب۔ح۔ا

فرض کرو لا۲ = تارکشی کے بعد خشکی کی کسر تب

ح۱ + لا۱ خ۱ = ح۲ + لا۲ خ۲

(۴۲۹ − ۳۲) + (۰٫۹۷ × ۸۱۴) = (۳۸۲ − ۳۲) + لا۲ × ۸۴۷

۳۹۷ + ۷۸۹٫۶ = ۳۵۰ + ۸۴۷ لا۲

۸۴۷ لا۲ = ۸۳۶٫۶۶

لا۲ = ۰٫۹۸۷

۳۹۔ بھاپ کی خشکی کی کسر کی پیمائش

—بھاپ کی خشکی کی کسر معلوم کرنے کے مختلف طریقے مستعمل ہیں، جن میں سے چند اوروں سے صحیح تر ہیں۔ ان سب طریقوں میں کامل صحت نہ پیدا ہونے کی سب میں بڑی وجہ یہ ہے کہ زیرِ امتحان بھاپ کا ایک حقیقی نمایندہ نمونہ حاصل کرنا بے حد مشکل ہے (دیکھو دفعہ ۲۰۹)۔

سب سے سادہ طریقہ یہ ہے کہ بھاپ کا ایک خاص وزن پانی کے معلوم وزن میں پھونکا جائے اور تپش کی ترقی ناپیں۔ تب بھاپ کا نقصان حرارت اور پانی کی کسب حرارت کو مساوات میں لانے سے خشکی کی کسر معلوم ہو سکتی ہے۔

فرض کرو کہ و۱ = تکثیف شدہ بھاپ کا وزن پونڈ میں

لا = بھاپ کی خشکی کی کسر

و = پانی کا وزن پونڈ میں

ت۱ = پانی کی ابتدائی تپش فٔ میں

ت۲ = " آخری " فٔ میں

وَ = اس برتن کا وزن جس میں پانی بھرا ہو پونڈ میں

خ = حرارتِ نوعی اس شے کی جس سے کہ برتن بنا ہو

تب بھاپ کا نقصان حرارت

= و۱ (لا خ + ت - ت۲) ب۔ح۔ا

(جہاں تٔ فٔ زیرِ امتحان بھاپ کی تپش ہے)

پانی اور برتن کا کسب حرارت

= (و + خ وَ) (ت۲ - ت۱) ب۔ح۔ا

دونوں مقداروں کو مساوات میں لانے سے (۵۰)

و۱ (لا خ + ت - ت۲) = (و + خ وَ) (ت۲ - ت۱) ......(۱)

یہ وہ مساوات ہے جس کے ذریعہ لا معلوم کیا جا سکتا ہے۔

اوپر کا نظریہ فرض کرتا ہے کہ پانی کی حرارتِ نوعی مستقل اور اکائی کے مساوی رہتی ہے، جو حقیقت میں صحیح نہیں ہے۔ عملی کاموں میں یہ خطا نظر انداز ہو سکتی ہے خصوصاً بھاپ کے مشکوک نمونہ کے مقابلہ میں۔ اگر (۱) میں تَ، ت۱، ت۲ کے بجائے ان تپشوں پر کی حرارتِ ظاہری حَ، ح۱، ح۲ لکھے جائیں تو

و۱ (لاخ + ح - حَ) = (و + نخ وَ) (ح۲ - ح۱) .... (۲)

یہ ایک مساوات ہے جو بالکل صحیح ہے۔

مثل (۱) کے ایک اور طریقہ عموماً استعمال کیا جاتا ہے لیکن اس میں بھاپ اور پانی کا تماس عمل میں نہیں آتا۔ زیرِ امتحان بھاپ ایک نلی (یا نلیوں کے سلسلہ) میں سے گذرتی ہے، جس کے اطراف پانی کا دوران ہوتا ہے۔ درآمد و برآمد پانی کی تپشیں ناپی جاتی ہیں اور اس کے ساتھ پانی کا وزن جو آلہ میں سے ایک مناسب وقفہ میں بہتا ہے اور نیز اسی وقفہ میں اُس بھاپ کا وزن جس کی تکثیف ہوئی ہو۔ بھاپ کے نقصان حرارت اور پانی کے کسب حرارت کو مساوات میں لانے سے بھاپ کی خشکی کی کسر معلوم ہو سکتی ہے۔

فرض کرو و۱ = بھاپ کا وزن جو ایک منٹ میں تکثیف ہو پونڈ میں

تَ = تکثیف شدہ بھاپ کی تپش ف° میں

و = ٹھنڈا کرنے والے پانی کا وزن فی منٹ پونڈ میں

ت = بھاپ کی تپش ف° میں

ت۱ = ٹھنڈا کرنے والے درآمد پانی کی تپش ف° میں

ت۲ = " " برآمد پانی کی " "

تب بھاپ کا نقصان حرارت = و۱ (لاخ + ح - حَ) ب۔ح۔ا

اور پانی کا کسب حرارت = و (ح۲ - ح۱) ب۔ح۔ا

∴ و۱ (لاخ + ح - حَ) = و (ح۲ - ح۱) .... (۱)

یا پانی کی حرارتِ نوعی کے تغیر کو نظر انداز کر دیں تو

و۱ (لاخ + ت - تَ) = و (ت۲ - ت۱) .... (۲)

دفعہ ۳۸ میں یہ بتلایا گیا ہے کہ خناق کے بعد بھاپ خشک تر اور بعض صورتوں میں پُرگرم ہو جاتی ہے۔ یہ اصول خناقی حرارہ پیما میں استعمال کیا جاتا ہے جس کی تجویز پہلے پہل پروفیسر پی باڈی[1] نے کی اور جس کے ذریعہ بھاپ کی خشکی صحیح اور آسان طور پر ناپی جاسکتی ہے۔

۴۰۔ خناقی حرارہ پیما کا نظریہ —— یہ حرارہ پیما وہ آلہ ہے جس کے ذریعہ بھاپ کی خشکی عملاً معلوم کی جاسکتی ہے۔ شکل ۱۶ اس کی ترتیب ظاہر کرتی ہے۔ صدر بھاپ نلی ا میں ب نلی ہیج کے ذریعہ بٹھائی جاتی ہے۔ بھاپ کواڑی ج کے ذریعہ داخل ہوتی ہے اور ایک سوراخ میں سے گذر کر حرارہ پیما ڈ میں پھیلتی ہے۔ تپش پیمای پھیلاؤ کے بعد بھاپ کی تپش کو بتلاتا ہے جب کہ فشارہ پیما ف پھیلاؤ کے بعد بھاپ کے دباؤ کو ظاہر کرتا ہے (علاوہ کرۂ ہوائی کے)۔ دفعہ ۳۸ سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ اگر بھاپ صدر نلی میں تقریباً خشک ہو تو پھیلاؤ کے بعد وہ خشک ہو جائیگی اور اس کے بعد پُرگرم۔ تپش پیمای کی قرأت سے پُرگرمی کی مقدار اور اس دباؤ کے متناظر سیری کی تپش پھیلاؤ کے بعد حاصل ہو سکتے ہیں۔

(۵۱) فرض کرو $ت_{۳}$ = تپش پیمای کی قرأت

$ت_{۲}$ = پھیلاؤ کے بعد کا دباؤ $د_{۲}$ (بھاپ جداول کے ذریعہ) کی متناظر سیری کی تپش

$ح_{۱}$ = پھیلاؤ کے پہلے دباؤ $د_{۱}$ کے تحت حرارت نوعی

$خ_{۱}$ = دباؤ $د_{۱}$ کے تحت بھاپ کی حرارت مخفی

تب اگر $لا_{۱}$ = مطلوبہ خشکی کی کسر

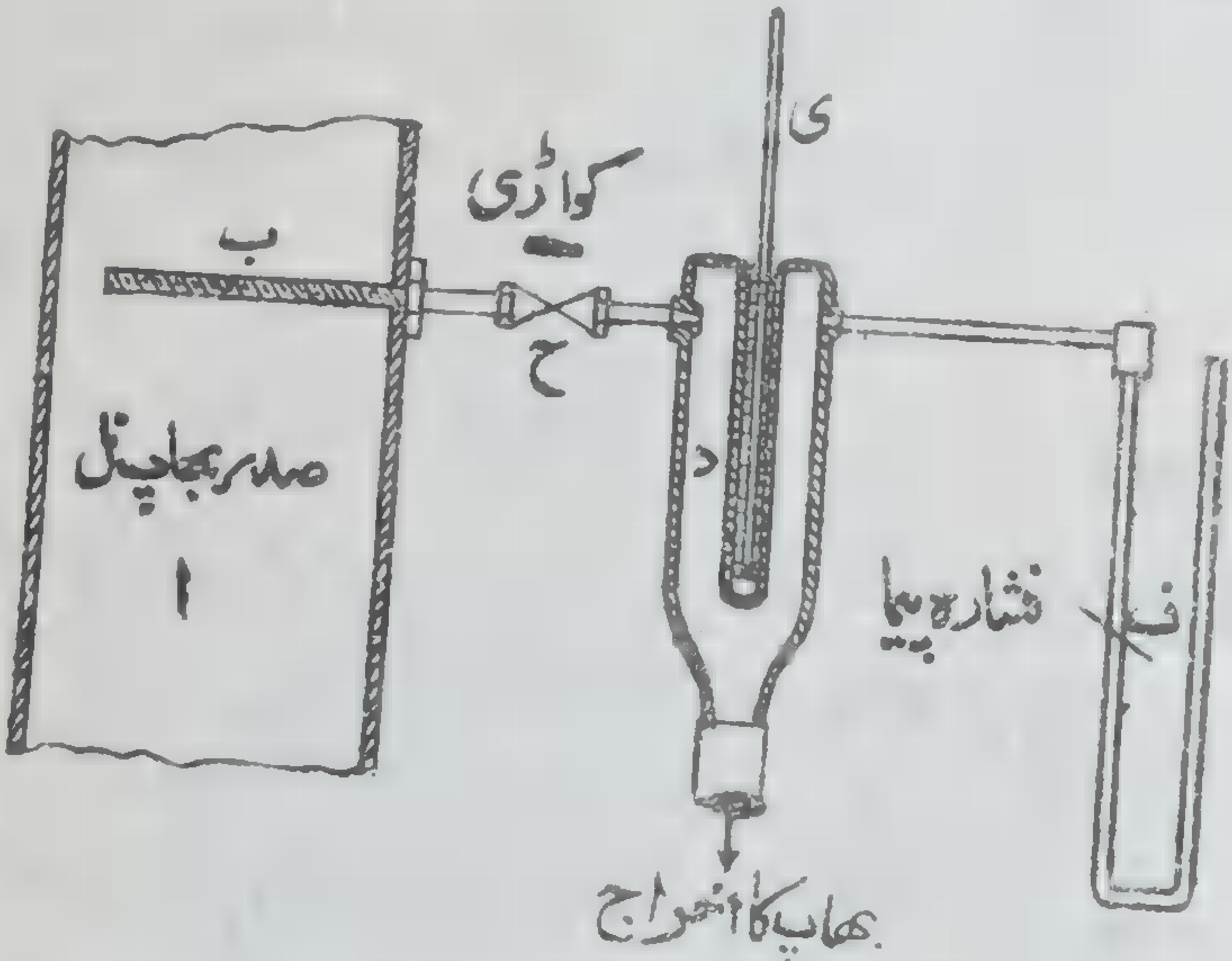
$$ح_{۱} + لا\, خ_{۱} = ح_{۲} + ۰٫۴۸(ت_{۳} - ت_{۲}) \quad \ldots\ldots\ldots (۱)$$

(۱) کے ذریعہ لا معلوم ہو سکتا ہے۔

عملاً $ح_{۱}$، $خ_{۱}$، $ح_{۲}$ اور $ت_{۲}$ کی قیمتیں بھاپ جداول سے لیے جائیں گے۔

[1] Peabody

آلہ کے قیود — حرارہ پیما کا عمل اس امر پر منحصر ہے کہ پھیلاؤ کے بعد



شکل (۱۶) خناقی حرارہ پیما

بھاپ کبر گرم ہوتی ہے اور اس کمزور مفروضہ پر بھی کہ بھاپ کی حرارتِ نوعی مستقل رہتی ہے۔ حرارہ پیما اس صورت میں بیکار ہوجائیگا اگر بھاپ اتنی تر ہو کہ پھیلاؤ کے بعد بھی تر رہے یہ ظاہر ہے کہ نظری حد اس وقت پہنچ جائیگی جب کہ پھیلاؤ کے بعد بھاپ ابھی خشک ہوئی ہو، اور تپ = ت۲ اور یہ عموماً اس وقت عمل میں آتا ہے جبکہ بھاپ کی خشکی کی کسر ۰٫۹۴ تا ۰٫۹۵ ہو۔ یہ حرارہ پیما اس بھاپ کے لیے بہت معتبر ہے جس کی خشکی کی کسر ۰٫۹۸ ہو اور چونکہ ایک عمدہ حال کا بھاپ جوشارہ یہ خشکی کی بھاپ دے سکتا ہے اس لیے یہ تقریباً کلی طور پر جوشارہ سے خارج ہونے والی بھاپ کی خشکی ناپتا ہے۔ اگر بھاپ میں پانچ فی صد سے زیادہ (خشکی کی کسر ۰٫۹۵) رطوبت ہو تو اس کی خشکی دفعہ ۳۹ کے مطابق ناپی جاسکتی ہے یا فارق اور خناقی حرارہ پیماؤں کے مجموعہ کے ذریعہ۔

مثال (۱) ایک تکثیفی پلانٹ کے امتحان میں ذیل کے مقدمات حاصل ہوئے۔

(۱) فی گھنٹہ تکثیف شدہ بھاپ ۱۵۵۲ پونڈ

(ب) مکثفہ میں داخل ہونے والے اخراجی بخارات کی تپش ۱۰۴٫۷° ف

(ج) دوران کرنے والا پانی فی منٹ ۴۷۶ پونڈ

(د) دوران کرنے والے پانی کی تپش جب کہ وہ مکثفہ میں داخل ہورہا ہو ۶۰° ف۔

(ی) دوران کرنے والے پانی کی تپش جبکہ وہ مکثفہ چھوڑ رہا ہو ۹۰° ف

(ف) ہوا پمپ کے اخراج کی تپش ۹۵٫۵° ف

اخراجی بھاپ کی خشکی کی کسر دریافت کرو جبکہ وہ مکثفہ میں داخل ہورہی ہو۔ (۶۲)

خ = ۱۱۱۴ − ۰٫۰۷ × ۱۰۴۶٫۶ = ۱۱۱۴ − ۷۳٫۲۳ = ۱۰۴۰٫۷۷ ب ح ا

۱۰۴۶٫۶

بھاپ کا حرارتی نقصان فی منٹ

= ۱۵۵۲/۶۰ {(۱۰۴٫۷ − ۹۵٫۵) + (لا × ۱۰۴۰٫۷۷)} ب ح ا

دوران کرنے والے پانی کا کسب حرارت فی منٹ

= ۴۷۶ (۹۰ − ۶۰) ب ح ا

فرض کریں کہ بھاپ کا کوئی نقصان نہ ہوتا ہو تو

بھاپ کا نقصان حرارت = پانی کا کسب حرارت

۱۵۵۲/۶۰ {(۱۰۴٫۷ − ۹۵٫۵) + (لا × ۱۰۴۰٫۷۷)} = ۴۷۶ (۹۰ − ۶۰)

۱۵۵۲ (۹٫۲ + ۱۰۴۰٫۷۷ لا) = ۴۷۶ × ۳۰ × ۶۰

۱۰۴۰٫۷۷ لا = ۵۵۲٫۲ − ۹٫۲

لا = ۵۴۳/۱۰۴۰٫۷۷ = ۰٫۵۲۹

یا ۵۲٫۹ فی صد

مثال (۲) خناقی اور فارق حرارہ پیماؤں کے ایک امتحان میں حسب ذیل مقدمات حاصل ہوئے۔ فارق حرارہ پیما میں ۵٫۴ پونڈ پانی جمع ہوا۔ خناقی حرارہ پیما

چھوڑنے کے بعد تکثیف شدہ بھاپ ۴۵٫۵ پونڈ۔ صدر بھاپ نلی میں بھاپ کا دباؤ گیج پر ۱۵۰٫۲ پونڈ فی مربع انچ۔ بارپیما ۳۰ انچ۔ خناقی حرارہ پیما میں بھاپ کی تپش ۲۹۰° ف۔ فارق حرارہ پیما کی قرأت ۴ انچ صدر بھاپ نلی میں بھاپ کی خشکی دریافت کرو۔

فارق حرارہ پیما — ۵۰ پونڈ بھاپ سے رطوبت جو اخذ کی گئی ۴٫۵ پونڈ ہے۔ باقی ماندہ ۴۵٫۵ پونڈ بھاپ جو جزوی طور پر خشک کی گئی خناقی حرارہ پیما میں سے تب گذاری جاتی ہے۔

خناقی حرارہ پیما —

داخل شدہ بھاپ کا مطلق دباؤ = گیج کا دباؤ + کرۂ ہوائی کا دباؤ

= ۱۵۰٫۲ + ۱۴٫۷

= ۱۶۵ پونڈ فی مربع انچ

حرارہ پیما میں مطلق دباؤ = ۴ + ۳۰ = ۳۴ انچ پارہ

= ۰٫۴۹ × ۳۴

= ۱۶٫۷ پونڈ فی مربع انچ

بھاپ جداول سے معلوم ہوتا ہے کہ

۱۶۵ پونڈ مطلق دباؤ کے تحت ح = ۳۳۸٫۲، خ = ۸۵۶٫۸

۱۶٫۷ پونڈ مطلق دباؤ کے تحت ح = ۱۱۵۲٫۷

ت = ۲۱۸٫۵° ف

لہذا بھاپ کی حرارتِ نوعی ۰٫۴۸ فرض کریں تو

$ح_1 + لا\,خ_1 = ح_2 + ۰٫۴۸\,(ت_2 - ت_3)$

۳۳۸٫۲ + لا × ۸۵۶٫۸ = ۱۱۵۲٫۷ + ۰٫۴۸ (۲۹۰ − ۲۱۸٫۵)

= ۱۱۵۲٫۷ + ۳۴٫۳

= ۱۱۸۷٫۰

$$۳۳۸٫۲ - ۱۱۸٫۷ = ۸۵۶٫۸\,لا$$

$$لا = \frac{۸۳۸٫۸}{۸۵۶٫۸}$$

$$= ۰٫۹۹۰$$

یا ہر پونڈ بھاپ میں جو خناقی حرارہ پیما میں سے گذرتی ہے ۰٫۰۱ پونڈ پانی ہوتا ہے لہذا ۴۵٫۵ پونڈ میں ۴۵٫۵×۰٫۰۱ = ۰٫۴۵۵ پونڈ پانی ہوگا۔

∴ ۵۰ پونڈ بھاپ میں کل پانی

= ۴٫۵ + ۰٫۴۵۵ = ۴٫۹۵۵ پونڈ

$$اور\ خشکی\ کی\ کسر = \frac{۵۰ - ۴٫۹۵۵}{۵۰}$$

= ۰٫۹۰۰ یا ۹۰٪

(۵۳) **۴۱۔ بھاپ کی ناکارگی**۔۔۔ دفعہ ۱۵ میں یہ بتلایا گیا کہ کسی شے کا ایک پونڈ جبکہ مستقل دباؤ کے تحت تپش $ت_۱$ سے تپش $ت_۲$ تک گرم کیا جاتا ہے تو کسب ناکارگی $غ_د$ لوک$_و \frac{ت_۲}{ت_۱}$ ہوگی۔ اگر وہ شے پانی ہو اور ہم فرض کریں کہ حرارت نوعی $غ_د$ مستقل اور اکائی کے مساوی ہو تو یہ جملہ حسب ذیل ہوگا۔

$$کسب\ ناکارگی = لوک_و \frac{ت_۲}{ت_۱}$$

عملی سہولت کی وجہ عموماً پانی اور بھاپ کی ناکارگی کسی خاص اختیاری نقطہ سے ناپی جاتی ہے اور جو تپش کہ کلیۃً استعمال ہوتی ہے وہ ۳۲° ف یا صفر درجہ م ہے۔ اس لیے پانی کی ناکارگی اوپر کی مطلق تپش ت پر ناکارگی کا تغیر ہوگی جبکہ ایک پونڈ پانی ۴۹۲ (یعنے ۳۲ + ۴۶۰) سے ت تک گرم کیا جائے اور اس طرح لکھی جاتی ہے

$$فپ = لوک_و \frac{ت}{۴۹۲} \quad ......(۱)$$

اب اگر تپش ت پر وہی پونڈ پانی اسی تپش پر خشک اور سیر شدہ بھاپ میں تبدیل کیا جائے تو تبخیر کے دوران میں ناکارگی کا تغیر $\frac{خ}{ت}$ ہوگا .... (۲)

اس لیے ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کی ناکارگی مطلق تپش ت پر

$$ف_ب = لوک_و \frac{ت}{۴۹۲} + \frac{خ}{ت}$$ ہوگی .... (۳)

یا $ف_ب = لوک_و \frac{ت}{۲۷۳} + \frac{خ}{ت}$ (جہاں ت اور خ مئی حرارتی اکائیوں میں ہیں) ... (۴)

۴۲ - پُرگرم بھاپ کی ناکارگی

— بھاپ کو مستقل دباؤ کے تحت پُرگرم کرنے کے دوران میں ناکارگی کی ترقی کا حساب عموماً اس مفروضہ پر کیا جاتا ہے کہ حرارت نوعی مستقل رہتی ہے۔ اس مفروضہ کے تحت خشک سیر شدہ بھاپ کو تپش ت سے تَ تک پُرگرم کرنے کے دوران میں کسب ناکارگی

$$= ح_ل \, لوک_و \frac{تَ}{ت}$$ (دفعہ ۱۵)

اس لیے مطلق تپش تَ پر ایک پونڈ پُرگرم بھاپ کی ناکارگی یہ ہوگی

$$ف = لوک_و \frac{ت}{۴۹۲} + \frac{خ}{ت} + ح_ل \, لوک_و \frac{تَ}{ت}$$ .... (۱)

بھاپ جداول میں دیے ہوئے ناکارگی کا حساب پانی اور بھاپ کے تغیر کو پیش نظر رکھ کر کیا گیا ہے لیکن علمی اغراض کے لیے یا ان صورتوں میں جہاں بھاپ جداول دستیاب نہ ہو سکتے ہوں تو خشک سیر شدہ بھاپ کے لیے مساوات (۳) دفعہ (۴۱) اور پُرگرم بھاپ کے لیے اوپر والی مساوات (۱) استعمال کیے جا سکتے ہیں۔

مثال۔ ابتدائی اصولوں کے ذریعے ایک پونڈ پانی اور ایک پونڈ بھاپ کی ناکارگی ذیل کی تپشوں پر معلوم کرو۔

۱۰۰° ف - ۲۱۲° ف - ۲۸۰° ف - ۳۲۰° ف اور ۳۶۶° ف -

(۵۴)

۱۱۰° ف پر مطلق تپش ۱۱۰ + ۴۶۱ = ۵۷۱ ہے۔

∴ فپ = لوک$_{و}$ $\frac{۵۷۱}{۴۹۳}$ = ۲٫۳۰۲۶ لوک$_{۱۰}$ $\frac{۵۷۱}{۴۹۳}$

= ۲٫۳۰۲۶ × ۰٫۰۶۳۸ = ۰٫۱۴۶۹

اسی طرح ہم معلوم کر سکتے ہیں

۲۱۲° ف پر فپ = ۲٫۳۰۲۶ لوک$_{۱۰}$ $\frac{۶۷۳}{۴۹۳}$

= ۲٫۳۰۲۶ × ۰٫۱۳۵۲ = ۰٫۳۱۱۳

۲۸۰° ف پر فپ = ۲٫۳۰۲۶ لوک$_{۱۰}$ $\frac{۷۴۴}{۴۹۳}$

= ۲٫۳۰۲۶ × ۰٫۱۷۸۸ = ۰٫۴۱۱۷

۳۲۰° ف پر فپ = ۲٫۳۰۲۶ لوک$_{۱۰}$ $\frac{۷۸۱}{۴۹۳}$

= ۲٫۳۰۲۶ × ۰٫۱۹۹۹ = ۰٫۴۶۰۶

۳۶۶° ف پر فپ = ۲٫۳۰۲۶ لوک$_{۱۰}$ $\frac{۸۲۶}{۴۹۳}$

= ۲٫۳۰۲۶ × ۰٫۲۲۴۲ = ۰٫۵۱۶۳

اب دورانِ تبخیر کسب ناکارگی = $\frac{خ}{ت}$ لہٰذا

خ$_{۱۱۰}$ = ۱۱۱۴ − ۰٫۷ × ۱۱۰ = ۱۱۱۴ − ۷۷ = ۱۰۳۷

∴ $\frac{خ}{ت}$ = $\frac{۱۰۳۷}{۵۷۱}$ = ۱٫۸۱۶۱

خ$_{۲۱۲}$ = ۱۱۱۴ − ۰٫۷ × ۲۱۲ = ۱۱۱۴ − ۱۴۸ = ۹۶۶

∴ $\frac{خ}{ت}$ = $\frac{۹۶۶}{۶۷۳}$ = ۱٫۴۳۵۳

$$918 = 196 - 1114 = 280 \times 0.7 - 1114 = \text{خ}_{280}$$

$$1.2338 = \frac{918}{744} = \frac{\text{خ}}{\text{ت}} \quad \therefore$$

$$890 = 224 - 1114 = 320 \times 0.7 - 1114 = \text{خ}_{320}$$

$$1.1382 = \frac{890}{781} = \frac{\text{خ}}{\text{ت}} \quad \therefore$$

$$858 = 256 - 1114 = 366 \times 0.7 - 1114 = \text{خ}_{366}$$

$$1.0384 = \frac{858}{826} = \frac{\text{خ}}{\text{ت}} \quad \therefore$$

لہذا

$$2.0230 = 1.8161 + 0.1369 = \text{ف پر فب } 100^\circ$$

$$1.7466 = 1.4353 + 0.3113 = \text{ف پر فب } 212^\circ$$

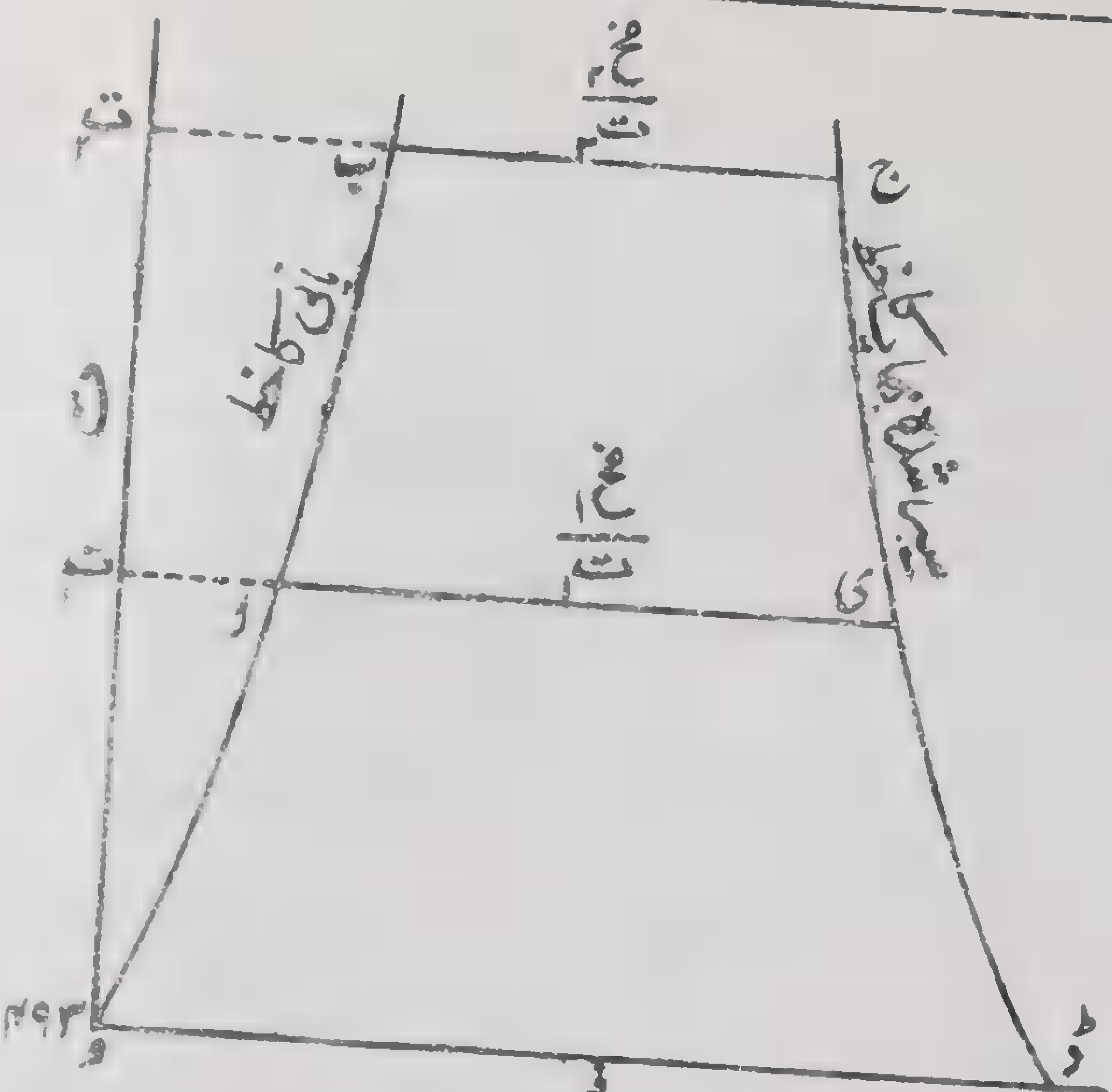
$$1.6455 = 1.2338 + 0.4117 = \text{ف پر فب } 280^\circ$$

$$1.5988 = 1.1382 + 0.4606 = \text{ف پر فب } 320^\circ$$

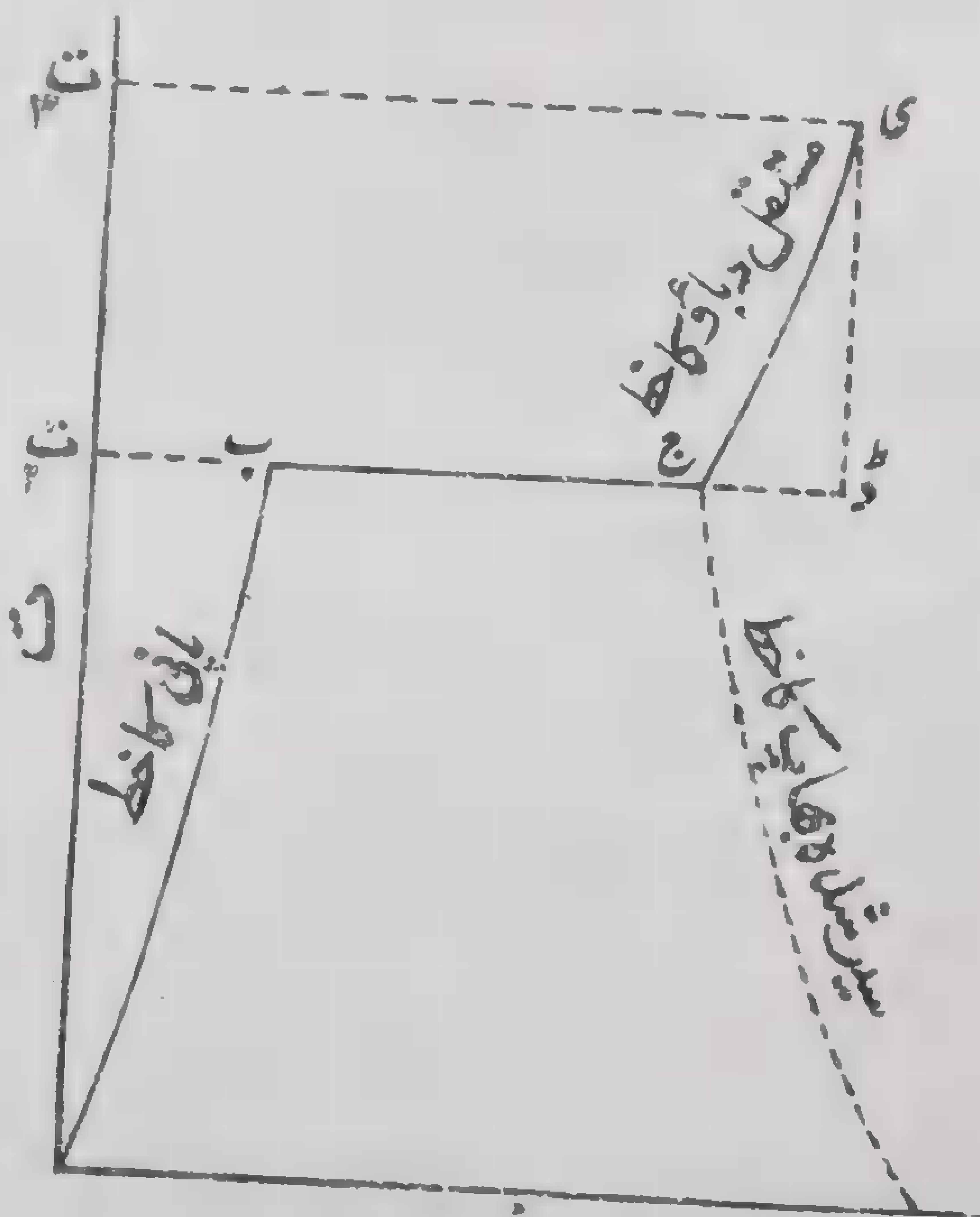
$$1.5447 = 1.0384 + 0.5193 = \text{ف پر فب } 366^\circ$$

۴۳۔ بھاپ کے لیے تپش ناکارگی کا نقشہ۔

مساوات فب = لوک و $\frac{\text{ت}}{492}$ کے مطابق ایک پونڈ پانی کے لیے لوک منحنی و ب (شکل ۱۷) کھینچو۔ فرض کرو تپش ت_1 پر پانی بھاپ میں تبدیل ہوتا ہے۔ تب تبخیر کے دوران میں کسب ناکارگی $\frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1}$ ہوگی جو ب ا سے تعبیر ہوتی ہے۔ اسی طرح کسی تپش ت_2 پر تبخیر کے دوران میں کسب ناکارگی $\frac{\text{خ}_2}{\text{ت}_2}$ یا ب ج ہوگی۔ اس طریقہ سے سیری کے منحنی ج ڈ (شکل ۱۷) کی ترسیم کی جاسکتی ہے۔ دونوں



شکل (۱۷) ناکارگی کا منحنی خشک اور سیر شدہ بھاپ کے لیے



شکل ۱۸۔ ناکارگی کا منحنی بر گرم بھاپ کے لیے

منحنی و ب اور ج ڈ کسی نقطہ پر ملنے چاہییں جہاں حرارت مخفی صفر ہے اور یہ نقطہ فاصل تپش پر ہوگا اب اگر بھاپ تپش $ت_۲$ تک پُرگرم کی جائے تو تبخیر کے دوران میں ناکارگی کا تغیر ۸۴۸ء۰ لوک$_و \frac{ت_۳}{ت_۲}$ ہوگا جو ج ی سے تعبیر ہوتا ہے (شکل ۱۸) اگر حرارتِ نوعی مستقل اور ۴۸ء۰ کے مساوی فرض کی جائے۔ اس لیے اگر ہم نقطۂ ج سے شکل ۱۸ میں منحنی ۴۸ء۰ لوک$_و \frac{ت}{ت_۲}$ کی ترسیم کریں تو منحنی ج ی حاصل ہوگی شکل ۱۸، جس کے ذریعہ پُرگرمانے کے دوران میں ناکارگی کا تغیر ظاہر ہوتا ہے۔ منحنی ب ی خط مستقل دباؤ کہلاتا ہے، چونکہ وہ پُرگرم بھاپ کی ناکارگی کو سیری کی تپش ($ت_۲$ - ۴۶۰) کا متناظر دباؤ کے تحت تعبیر کرتا ہے۔

۴۴۔ تر بھاپ کی ناکارگی

جبکہ ایک پونڈ تر بھاپ پیدا ہوتی ہے تو پہنچائی ہوئی حرارت کی مقدار ایک پونڈ بھاپ کی حرارت مخفی کے مساوی نہیں ہوتی چونکہ تمام بھاپ کی تبخیر نہیں ہوئی۔ فرض کرو بھاپ کی خشکی کی کسر لا ہے، تب پہنچائی ہوئی حرارت کی مقدار جزوی تبخیر کے دوران میں لا مخ ہوگی اور ناکارگی کا تغیر $\frac{لا\ مخ}{ت}$ ہوگا۔

جہاں مخ ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کی حرارت مخفی کو تپش ت پر تعبیر کرتا ہے۔

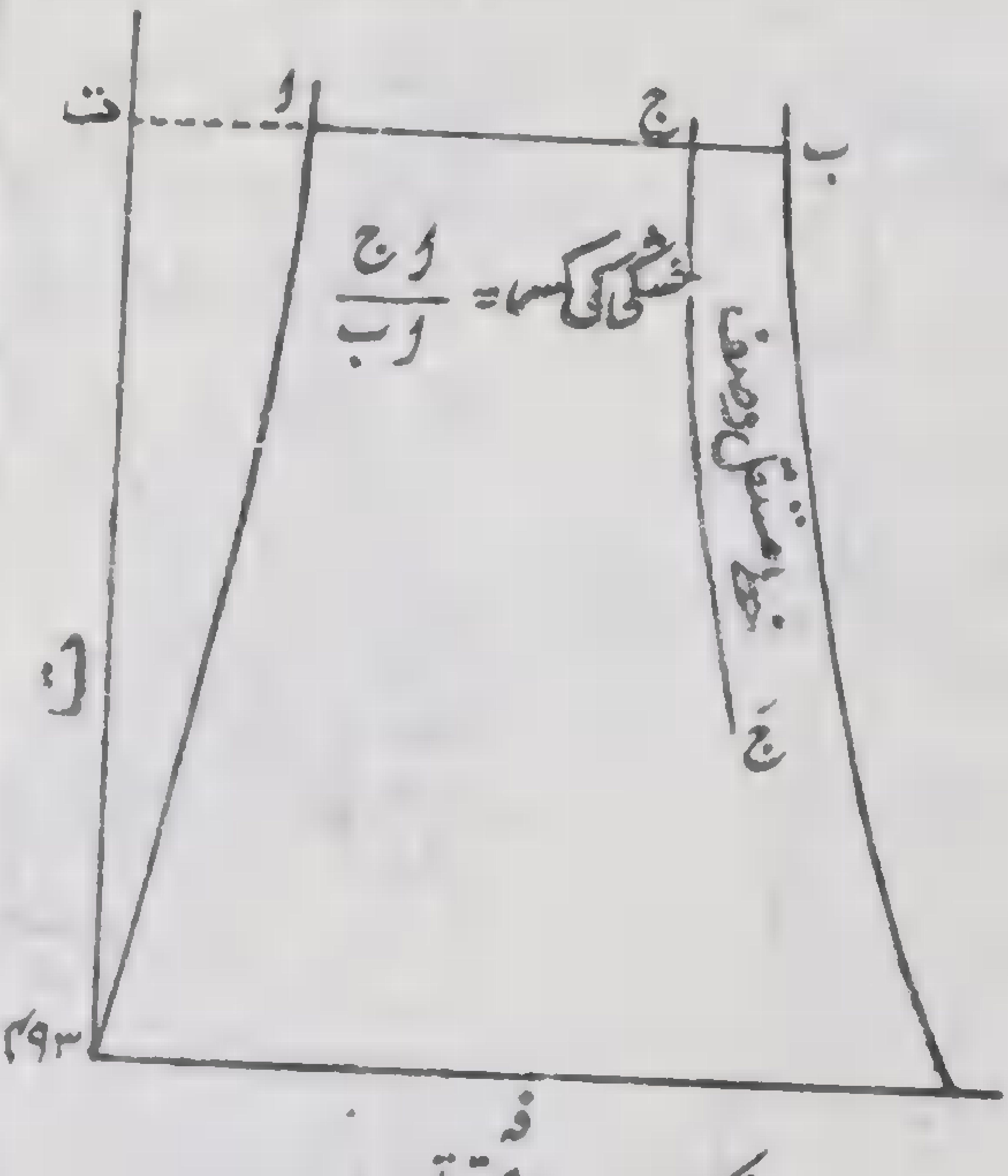
اس لیے ایک پونڈ بھاپ کی کل ناکارگی $ق_ب$ یہ ہوگی

$$ق_ب = لوک_و \frac{ت}{۴۹۲} + \frac{لا\ مخ}{ت} \qquad (۱)$$

تپش ناکارگی کے نقشہ پر یہ نقطہ ج سے تعبیر ہوگا (شکل ۱۹) یہاں

$$ا ب = \frac{مخ}{ت} \text{ اور } ا ج = \frac{لا\ مخ}{ت} \text{ اور اس لیے } \frac{ا ج}{ا ب} = لا$$

اب اگر نقشہ کے متعدد ہم تپشی خطوط اس مستقل نسبت میں تقسیم کیے جائیں اور نقطے جو اس طرح حاصل ہوں ایک صاف منحنی کے ذریعے ملائے جائیں تو خط مستقل خشکی (شکل ۱۹) ج جَ حاصل ہوگا۔ متعدد مستقل وصفی خطوط شکل ۲۱ میں تپش ناکارگی کے نقشے پر بتلائے گئے ہیں۔



شکل (۱۹) خط مستقل وصف

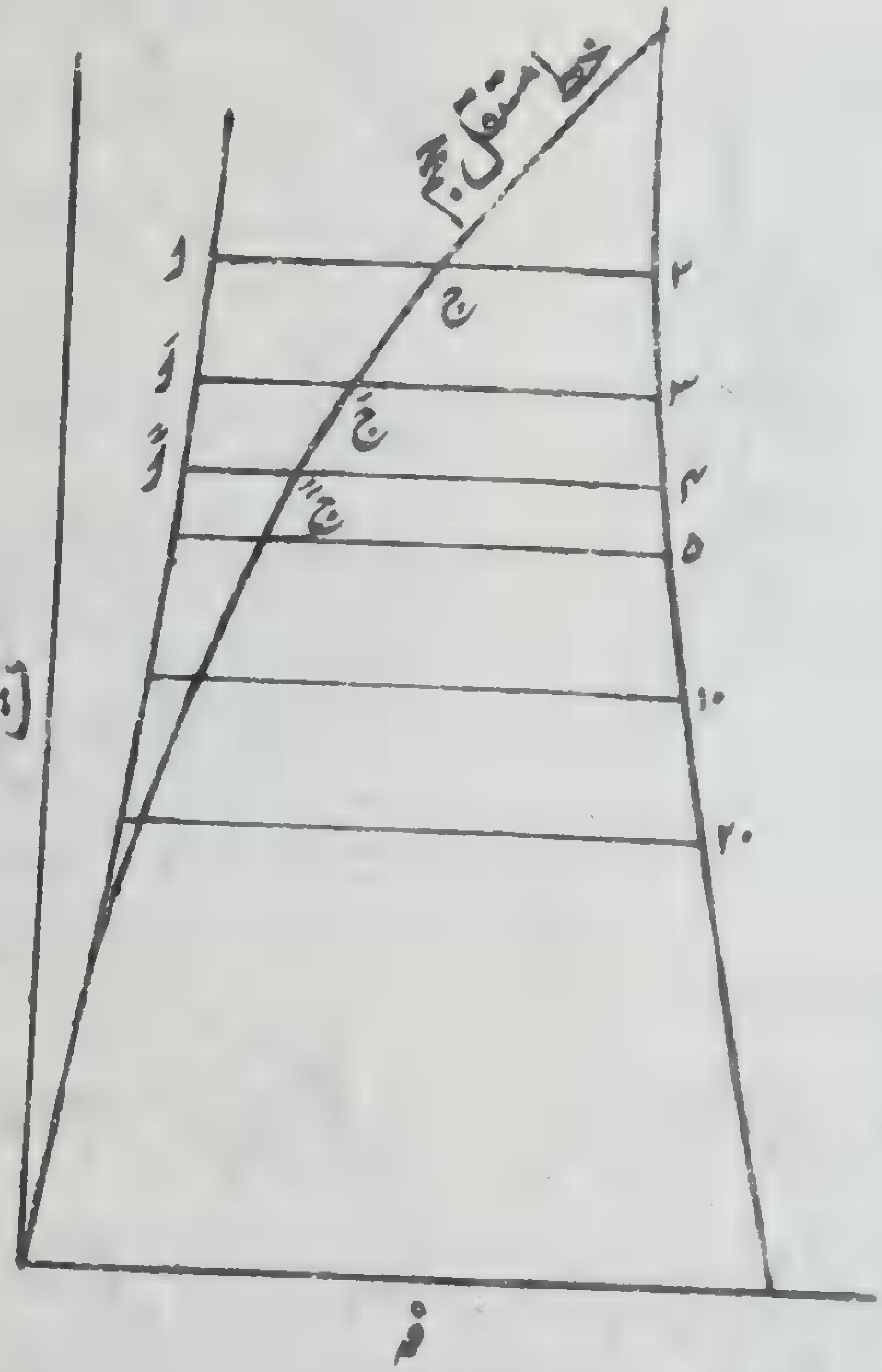
۴۵۔ خطوط مستقل حجم

حجم۔ شکل ۱۹ میں ہم تپشی خط ا ب پر غور کرو۔ اگر صرف $\frac{1}{ن}$ پونڈ پانی خشک بھاپ میں تبخیر ہو تو ناکارگی کا تغیر $\frac{مخ}{ن\,ت}$ ہوگا اور یہ نقطہ ج سے تعبیر ہوگا اس طرح کہ

$$\frac{اج}{اب} = \frac{1}{ن}$$

بھاپ کا حجم نقطہ ب پر کے حجم کا $\frac{1}{ن}$ ہوگا۔ آمیزہ کا حجم $(1 - \frac{1}{ن})$ (۵۷)
پونڈ پانی اور $\frac{1}{ن}$ پونڈ بھاپ، عملی مقاصد کے لیے ب پر کے $\frac{1}{ن}$ حجم کے مساوی ہوگا، چونکہ $(1 - \frac{1}{ن})$ پونڈ پانی کا حجم ایک پونڈ بھاپ کے حجم سے مقابلۃً بہت کم ہے خصوصاً ادنیٰ تپشوں پر۔ اعلیٰ دباؤ والی بھاپ کی صورت میں جہاں حجم نوعی بہت کم ہوتا ہے، پانی کے حجم کو نظرانداز کر دینے سے

متناسب خطا زیادہ ہو جائیگی بہ نسبت اس کے جہاں حجم نوعی زیادہ ہو۔ لہذا مطلق صحت کے لیے ج کا انتخاب ایسا ہونا چاہیے کہ اس میں پانی کا حجم بھی شامل رہے۔ اس لیے حسب ذیل طریقوں کے ذریعہ کوئی خط مستقل حجم کا کھینچا جا سکتا ہے۔



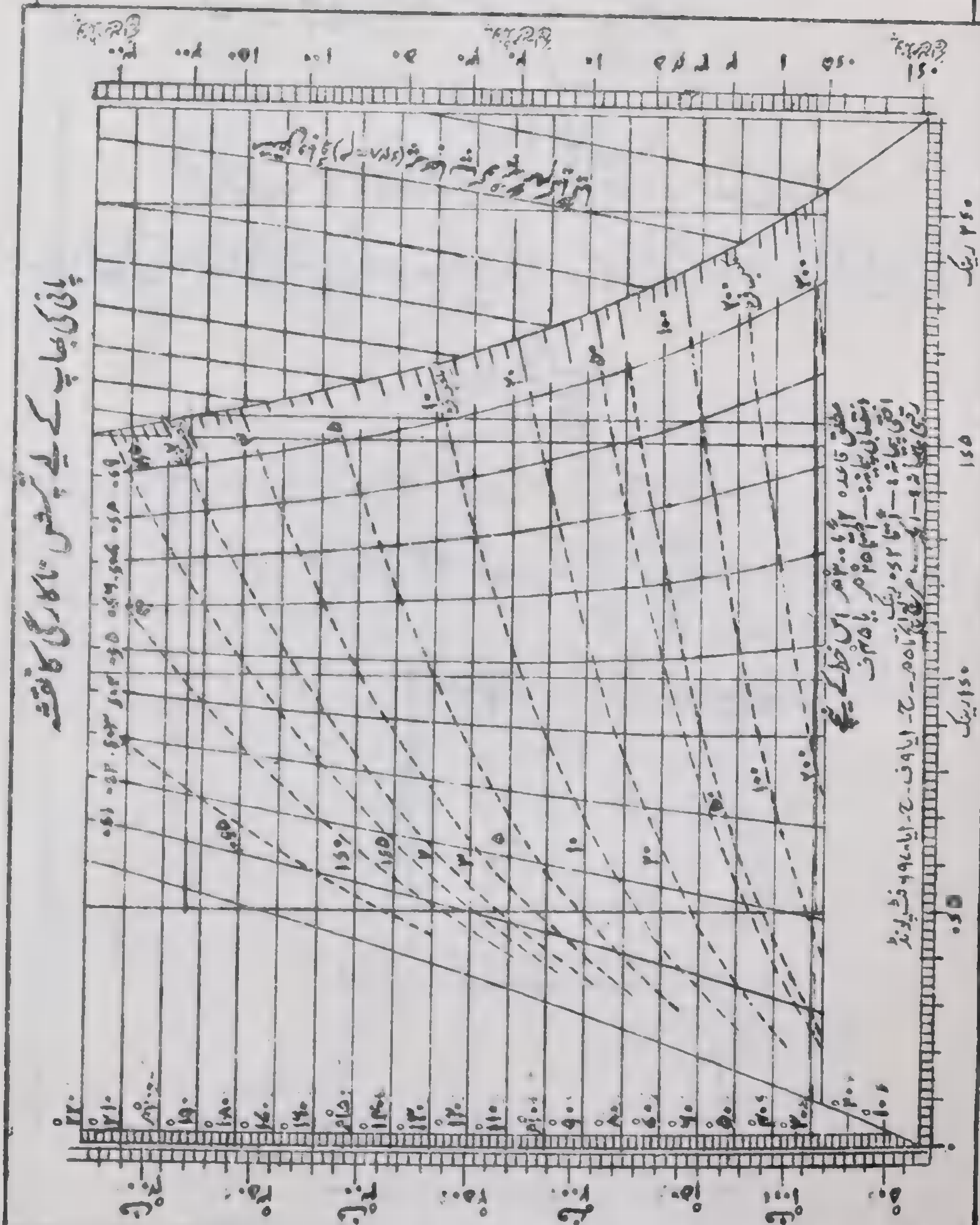
شکل (۲۰) مستقل حجم کا خط

سیر شدہ بھاپ کے خط پر (بھاپ جداول کے ذریعہ) دو نقاط معلوم کرو جہاں بھاپ کا حجم ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ وغیرہ مکعب فٹ ہو۔ ہم تپشیاں کھینچو جو ان نقاط میں سے گذریں۔ شکل ۲۰ میں ایک مکعب فٹ کے لیے خط مستقل حجم ظاہر کیا گیا ہے۔ ا ج کی لانبائی ا ۲ کی $\frac{1}{2}$ بنائی گئی ہے۔ اَ جَ $\frac{1}{3}$ اَ ۳ کی۔ اً جً $\frac{1}{4}$ اً ۴ کی اور اسی طرح اور منحنی حاصل کرنے کے لیے نقاط ج جَ جً وغیرہ میں سے ایک صاف منحنی کھینچا جائے۔ متعدد خطوط مستقل حجم شکل ۲۱ میں تپش ناکارگی کے نقشہ پر بتلائے گئے ہیں۔

۲۴۔ ہم ناکارگی کے پھیلاؤ کے بعد بھاپ کی خشکی کا حساب جرناگذار مساوات

فرض کرو بھاپ ابتدائً تپش ت پر

خشک اور سیر شدہ ہے اس کی حالت شکل ۲۲ میں تپش ناکارگی کے نقشہ پر
نقطۂ ج سے بتعبیر ہوتی ہے۔ ج تا پ تک پھیلاؤ کے دوران میں نہ کسب حرارت
ہوا اور نہ نقصانِ حرارت۔ اور ابتدائی اور آخری اندرونی توانائیوں کا فرق



شکل ۲۱- عملی تپش ناکارگی کا نقشہ

دوران پھیلاؤ کیے ہوئے کام کے مساوی ہے (دفعہ ۱۰) پھیلاؤ کا منحنی ناکارگی کے نقشہ پر انتصابی خط مستقیم ج ف سے تعبیر ہوگا اور نقطہ ف پھیلاؤ کے بعد تپش ت۲ پر بھاپ کی حالت کو تعبیر کرتا ہے۔

اس لیے پھیلاؤ کے بعد خشکی کی کسر یہ ہوگی، (۵۸)

$$لا = \frac{د ف}{د ی}$$

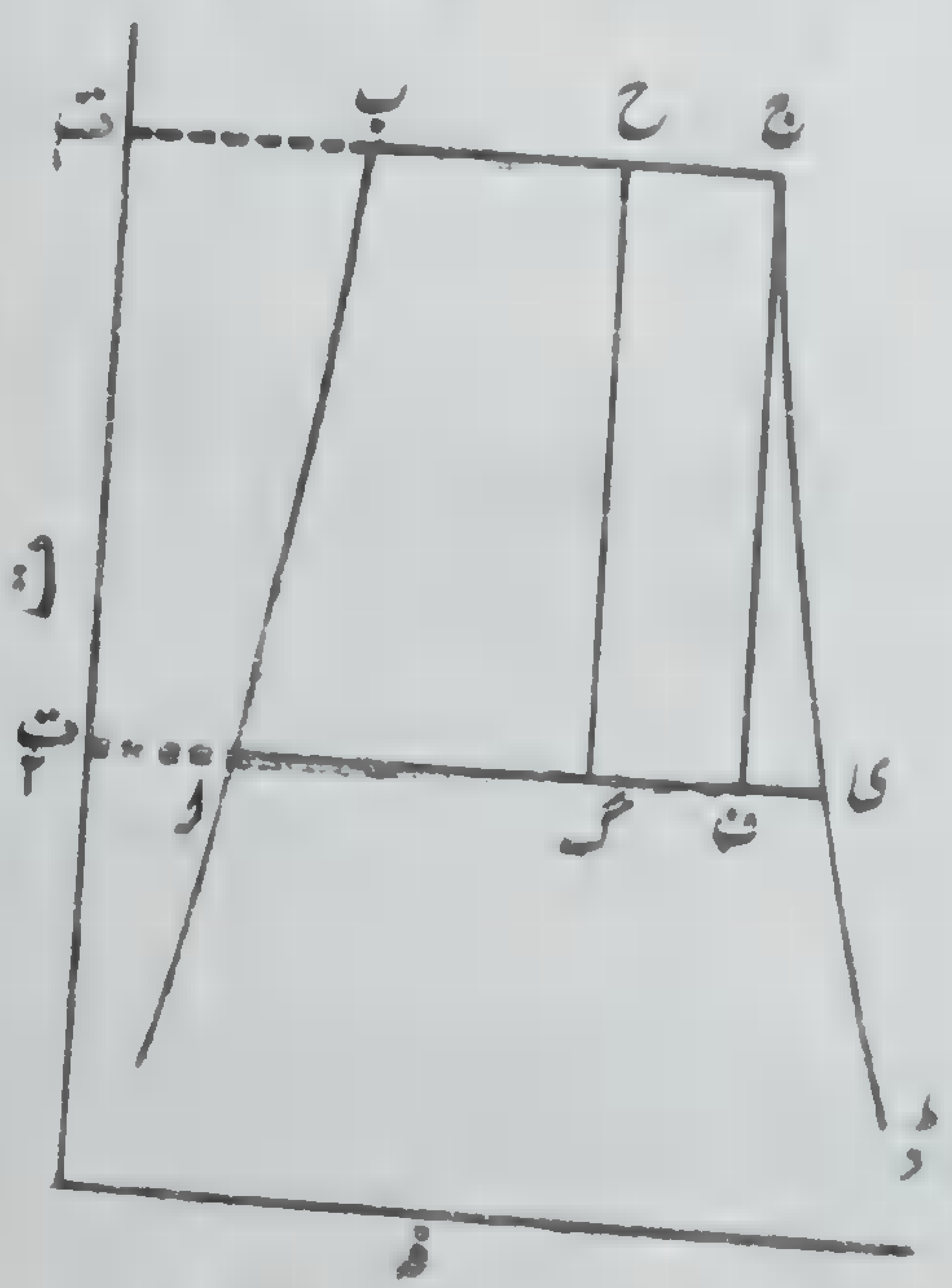
اگر بھاپ ابتدائً خشک تھی تو اس کی حالت نقطہ ح سے تعبیر ہوگی،

اس طرح کہ ابتدائی خشکی کی کسر = $\frac{ب ح}{ب ج}$ اور پھیلاؤ کے اختتام پر خشکی کی کسر یہ ہوگی (۵۹)

$$لا = \frac{د گ}{د ی}$$

فرض کرو پھیلاؤ کے پہلے خشکی کی کسر لا۱ سے ہوتی ہے -

تب ت۱ پر بھاپ کی ناکارگی = لوک $\frac{ت_1}{۴۹۲} + \frac{لا_1 خ_1}{ت_1}$ ..... (۱)



شکل (۲۲) بھاپ کا حرناگذار یا ہم ناکارگی پھیلاؤ

اور ت₂ پر بھاپ کی ناکارگی

$$= \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_2}{\text{۴۹۲}} + \frac{\text{لا}_2\,\text{خ}_2}{\text{ت}_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{۲})$$

اب چونکہ پورے پھیلاؤ تک ناکارگی مستقل رہتی ہے

$$\therefore\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_1}{\text{۴۹۲}} + \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1} = \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_2}{\text{۴۹۲}} + \frac{\text{لا}_2\,\text{خ}_2}{\text{ت}_2}$$

$$\frac{\text{لا}_2\,\text{خ}_2}{\text{ت}_2} = \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1}$$

$$\text{یا}\quad \text{لا}_2 = \frac{\text{ت}_2}{\text{خ}_2}\left(\frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1} + \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}\right) \quad \ldots (\text{۳})$$

مثال - ناکارگی کے تختہ کے ذریعہ دریافت کرو۔

(ا) پھیلاؤ کے ختم پر خشکی کی کسر جبکہ ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ ۳۶۶° ف سے ۲۲۵° ف تک حرناگذار طور پر پھیلتی ہے۔

(ب) پھیلاؤ کے ختم پر خشکی کی کسر جبکہ ایک پونڈ تر بھاپ ۰.۸۵ خشکی کی کسر کی تپش ۳۸۰° ف سے ۲۴۰° ف تک حرناگزار طور پر پھیلتی ہے۔

(۶۰) (ا) ۳۶۶° ف = ۳۶۶ + ۴۶۱ = ۸۲۷° مطلق = ت₁

۲۲۵° ف = ۲۲۵ + ۴۶۱ = ۶۸۶° مطلق = ت₂

$$\text{خ}_{\text{۳۶۶}} = \text{۱۱۱۴} - \text{۰.۷} \times \text{۳۶۶} = \text{۱۱۱۴} - \text{۲۵۶.۲} = \text{۸۵۷.۸}$$

$$\text{خ}_{\text{۲۲۵}} = \text{۱۱۱۴} - \text{۰.۷} \times \text{۲۲۵} = \text{۱۱۱۴} - \text{۱۵۷.۵} = \text{۹۵۶.۵}$$

فرض کرو پھیلاؤ کے بعد لا = خشکی کی کسر

$$\text{تب}\quad \text{لا} = \frac{\text{ای}}{\text{اد}} \quad (\text{ملاحظہ ہو شکل ۲۳})$$

$$= \frac{\text{اف} + \text{فی}}{\text{اد}} = \frac{\frac{\text{۸۵۷.۸}}{\text{۸۲۷}} + \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{۸۲۷}}{\text{۶۸۶}}}{\frac{\text{۹۵۶.۵}}{\text{۶۸۶}}}$$

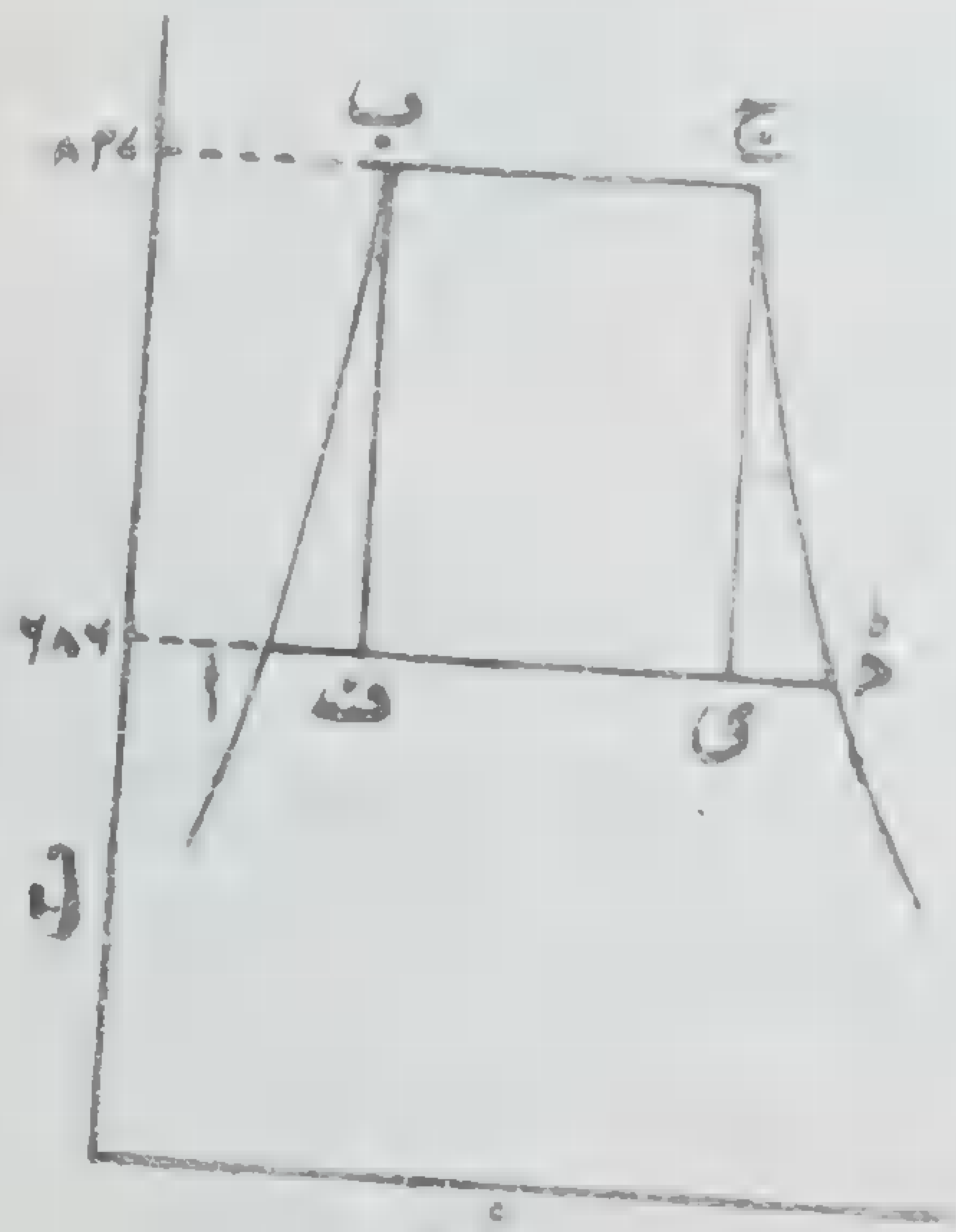
$$= \frac{۰٫۱۸۷۰ + ۱٫۰۳۶۲}{۱٫۳۹۴۳} = ۰٫۸۷۸۸$$

(ب) $ت_۱ = ۳۸۰ + ۴۶۱ = ۸۴۱$

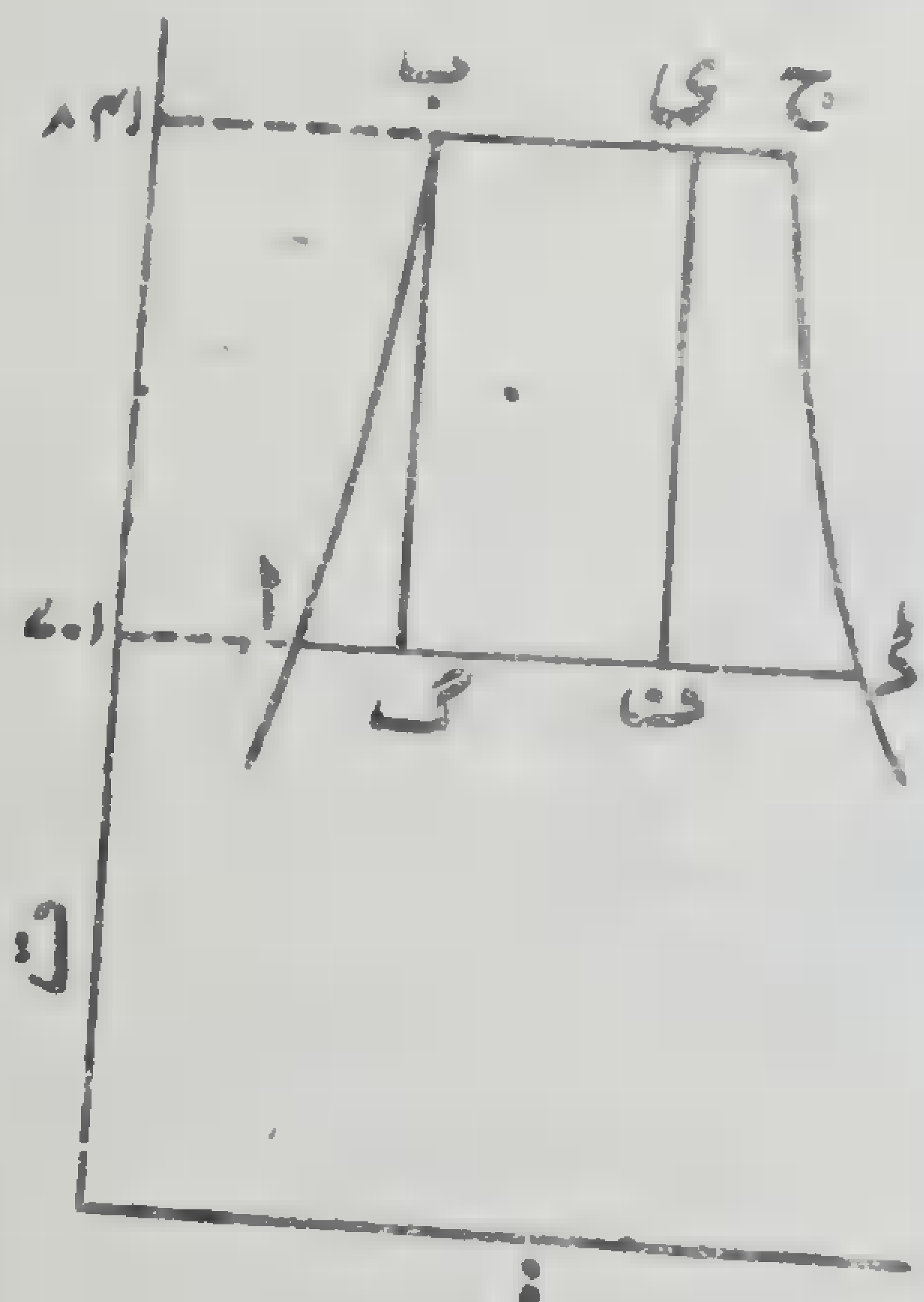
اور $ت_۲ = ۲۴۰ + ۴۶۱ = ۷۰۱$

$غ_{۳۸۰} = ۳۸۰ \times ۰٫۷ - ۱۱۱۴ = ۲۶۶ - ۱۱۱۴ = ۸۴۸$

$غ_{۲۴۰} = ۲۴۰ \times ۰٫۷ - ۱۱۱۴ = ۱۶۸ - ۱۱۱۴ = ۹۴۶$



شکل (۲۳)



شکل (۲۴)

شکل ۲۴ میں $\frac{ب ی}{ب ج}$ = ابتدائی خشکی کی کسر = ۰٫۸۷۵

اور آخری خشکی کی کسر = $\frac{ا ف}{ا ڈ} = \frac{ا گ + گ ف}{ا ڈ}$

$$= \frac{ا گ + ۰٫۸۷۵ \times ب ج}{ا ڈ} = \frac{\frac{۸۴۸}{۸۴۱} \times ۰٫۸۷۵ + لوگ \frac{۸۴۱}{۷۰۱}}{\frac{۹۴۶}{۷۰۱}}$$

$$= \frac{٠٫١٨٣١ + ٠٫٤٤٥٦٢}{١٫٣٣٩٥} = ٠٫٦٩٥$$

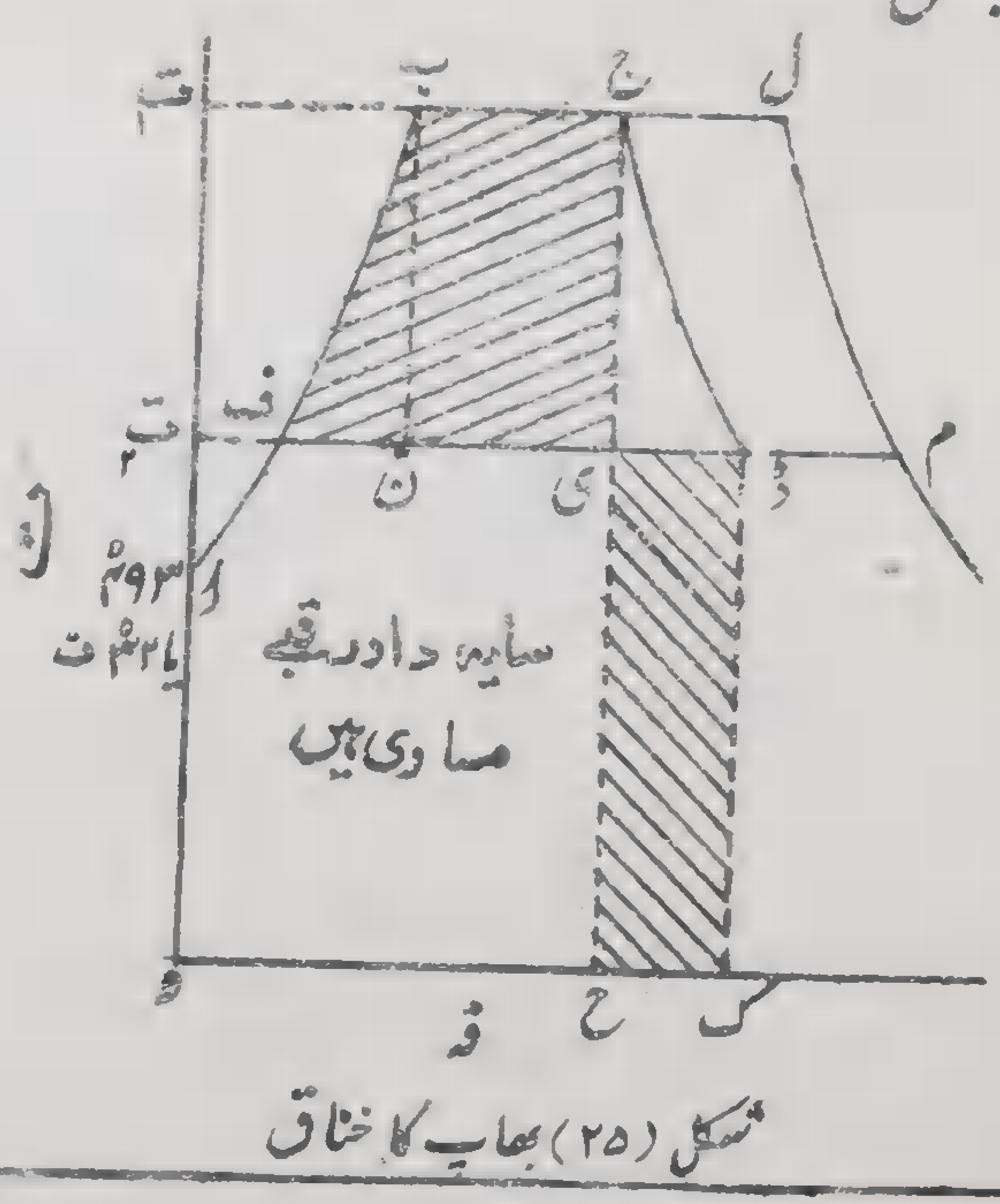
(٦١) طلبہ کو چاہیے کہ مندرجہ بالا نتائج کی جانچ تپش ناکارگی کے نقشہ کے ذریعہ کریں۔

۴۷۔ خناق یا تارکشی کی وجہ کسب ناکارگی —

اب دو صورتیں زیر غور ہیں۔ پہلی صورت میں خناق کے بعد یا تو بھاپ تر ہوگی یا ابھی خشک سیر شدہ ہوئی ہوگی اور دوسری صورت میں بھاپ ابتدائً خشک ہو سکتی ہے تب وہ خناق کے بعد پُر گرم ہوگی (دفعہ ۳۸)۔

پہلی صورت جس میں بھاپ خناق کے بعد پُر گرم نہیں ہوتی۔ فرض کرو بھاپ کی ابتدائی خشکی کی کسر $لا_١$ ہے، اور فرض کرو کہ خناق $ت_١$ اور $ت_٢$ مطلق تپشوں کے درمیان عمل میں آتا ہے۔ تپش ناکارگی کا نقشہ شکل ۲۵ میں بتلایا گیا ہے۔ خناق کے پہلے بھاپ کی حالت نقطہ ج سے تعبیر کی گئی ہے اس طرح کہ

$$لا_١ = \frac{ب\ ج}{ب\ ل}$$



شکل (۲۵) بھاپ کا خناق

چونکہ کوئی کام نہیں کیا گیا اس لیے پھیلاؤ ہم ناکارگی کا نہیں اس لیے بھاپ کی حالت خناق کے بعد نقطہ ڈ سے تعبیر ہوگی اس طرح کہ

$$لا_٢ = \frac{ف\ ڈ}{ف\ م}$$

جہاں $لا_٢$ تپش $ت_٢$ تک

خناق کے بعد کی خشکی کی کسر کو تعبیر کرتا ہے۔ اس لیے ی ڈ کسب ناکارگی کو تعبیر کریگی جو حسب ذیل طریقہ سے معلوم ہو سکتی ہے۔

$$\left.\begin{array}{r}\text{ت}_2\ \text{سے شمار کرکے}\\ \text{ت}_1\ \text{پر ناکارگی}\end{array}\right\} = \text{ف ی} = \text{ف ن} + \text{ب ج}$$

$$= \text{ف ی لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1}$$

$$\left.\begin{array}{r}\text{ت}_2\ \text{سے شمار کرکے}\\ \text{ت}_3\ \text{پر ناکارگی}\end{array}\right\} = \text{ف ڈ} = \frac{\text{لا}_3\,\text{خ}_3}{\text{ت}_3}$$

$$\therefore\ \text{کسب ناکارگی} = \text{ی ڈ} = \text{ف ڈ} - \text{ف ی}$$

$$= \frac{\text{لا}_3\,\text{خ}_3}{\text{ت}_3} - \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1} - \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_3} \qquad (1)$$

لیکن چونکہ حرارتی مقدار یکساں رہتی ہے اس لیے خناق کے بعد کل حرارت اتنی ہی ہوگی جتنی خناق کے قبل تھی یعنے

$$\text{ت}_3 - ۴۶۱ + \text{لا}_3\,\text{خ}_3 = \text{ت}_1 - ۴۶۱ + \text{لا}_1\,\text{خ}_1$$

$$\text{لا}_3 = \frac{\text{ت}_1 - \text{ت}_3 + \text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{خ}_3}$$

(۱) میں لا۳ کی قیمت مندرج کرنے سے

$$\text{ی ڈ} = \frac{\text{خ}_3}{\text{ت}_3}\left(\frac{\text{ت}_1 - \text{ت}_3 + \text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{خ}_3}\right) - \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1} - \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_3} \qquad (۶۲)$$

$$= \frac{\text{ت}_1 - \text{ت}_3 + \text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{ت}_3} - \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1} - \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_3}$$

$$= \left(\frac{\text{ت}_1 - \text{ت}_3}{\text{ت}_3}\right)\left(1 + \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_3} \qquad \cdots\ (2)$$

طریقۂ متبادل۔ مندرجۂ بالا نتیجہ حسب ذیل راست طریقہ سے معلوم ہو سکتا ہے۔ تمام حرارتی مقداروں کا حساب تپش کے مطلق صفر سے لگایا جائے تو

خناق کے قبل فی پونڈ کل حرارت = رقبہ و ا ب ج ح

خناق کے بعد فی پونڈ کل حرارت = رقبہ و ا ف ڈ ک

∴ رقبہ و ا ب ج ح = رقبہ و ا ف ڈ ک

اور چونکہ و ا ف ی ح رقبہ مشترک ہے اس لیے

رقبہ ف ب ج ی = رقبہ ی ڈ ک ح

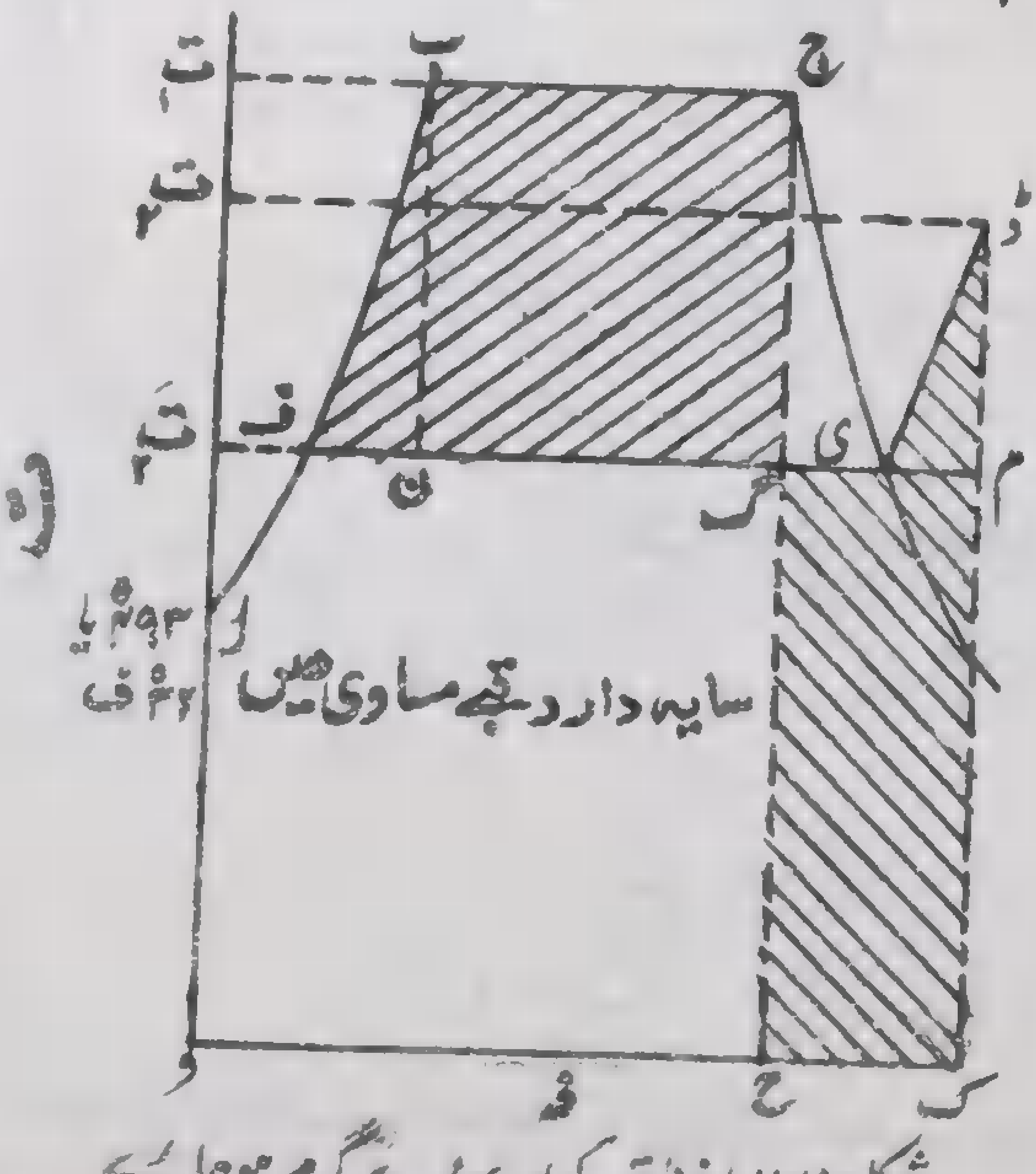
اب رقبہ ف ب ج ی رینکن کے دور پر فی پونڈ بھاپ کے کیے ہوئے کام کو تعبیر کرتا ہے (ملاحظہ ہو دفعہ ۵۷) یعنے

$$\text{ح}_\text{ب} - \text{ح}_\text{ا} = (\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{لا خ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2 \,\text{لوک}_\text{و} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} \qquad \text{دفعہ (۵۷)}$$

∴ رقبہ ی ڈ ک ح = ی ڈ × ت$_2$

$$= (\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{لا خ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2 \,\text{لوک}_\text{و} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}$$

$$\text{یا ی ڈ} = \frac{\text{ت}_1 - \text{ت}_2}{\text{ت}_2}\left(1 + \frac{\text{لا خ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{لوک}_\text{و} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}$$ مثل بالا کے۔



شکل (۲۶) خناق کے بعد بھاپ پر گرم ہو جاتی ہے

صورت جس میں بھاپ خناق کے قبل خشک اور سیر شدہ ہو۔ شکل ۲۶ میں خناق کے قبل تپش ت$_1$ اور دباؤ د$_1$ کے تحت کی بھاپ کی حالت خط سیر شدہ بھاپ پر کے نقطہ ج سے تعبیر ہوتی ہے۔ دباؤ د$_2$ تک خناق کے بعد

بھاپ کی حالت اس خط مستقل دباؤ پر کے نقطہ ڈ سے تعبیر ہوتی ہے۔ جو تپش ناکارگی کے نقشہ کے پرگرم حصہ میں ہے۔ ہم تپشی ف ی سیر شدہ بھاپ کے لیے تپش ت۲ پر کھینچی گئی ہے جو آخری دباؤ د۲ کی متناظر ہے۔

لانبائی گ م کسب ناکارگی کو تعبیر کرتی ہے اور حسب ذیل معلوم کی جا سکتی ہے:-

ت۲ سے شمار کر کے دباؤ د۱ پر ناکارگی } = ف گ = ف ن + ب ج (۲۴)

ف گ = لوک‌و (ت۱ / ت۲) + خ۱ / ت۱

ت۲ سے شمار کر کے دباؤ د۲ پر ناکارگی } = ف م = ف ی + ی م

= خ۲ / ت۲ + ۰،۴۸ لوک‌و (ت'۲ / ت۲)

جہاں ت'۲ خناق کے بعد پرگرم بھاپ کی آخری تپش ہے۔

∴ کسب ناکارگی = گ م = ف م - ف گ

= خ۲ / ت۲ + ۰،۴۸ لوک‌و (ت'۲ / ت۲) - لوک‌و (ت۱ / ت۲) - خ۱ / ت۱

............(۲)

اب خناق کے بعد کی کل حرارت مساوی ہے خناق کے قبل کی کل حرارت کے

یعنی ح۲ + ۰،۴۸ (ت'۲ - ت۲) = ت۱ - ۴۹۲ + خ۱ ....(۳)

جہاں ح۲ دباؤ د۲ کے تحت خشک سیر شدہ بھاپ کی کل حرارت کو تعبیر کرتا ہے جو بھاپ جداول سے حاصل ہو سکتی ہے یا ان کی غیر موجودگی میں ذیل کی مساوات سے

ح۲ = ت۲ - ۴۹۲ + خ۲

مساوات (۳) کے ذریعہ بھاپ کی آخری تپش حاصل کی جا سکتی ہے

اور اس کی قیمت (۲) میں مندرج کرنے سے کسب ناکارگی حاصل ہوگی۔
واضح ہو کہ کل حرارت کا حساب تپش کے مطلق صفر سے اگر لگایا جائے تو
خناق کے قبل فی پونڈ کل حرارت = رقبہ و ا ب ج ح
خناق کے بعد فی پونڈ کل حرارت = رقبہ و ا ف ی ڈ ک
اور چونکہ و ا ف گ ح رقبہ مشترک ہے اس لیے
رقبہ ف ب ج گ = رقبہ گ ی ڈ ک ح

مثال۔ کسب ناکارگی دریافت کرو جبکہ ۲۱۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ کے تحت کی خشک سیر شدہ بھاپ کی تارکشی ۳۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ تک کی جائے۔

مساوات (۳) استعمال کر کے خناق کے بعد کی تپش پہلے دریافت کرو۔

$$ح_2 + ۰٫۴۸(ت'_2 - ت_2) = ت_1 - ۴۹۲ + خ_1$$

بھاپ جداول سے $ح_2$، $ت_2$، $ت_1$ اور $خ_1$ کی قیمتیں لے کر مندرج کرنے سے یہ حاصل ہوگا۔

$$۱۱۶۳٫۹ + ۰٫۴۸ ت'_2 - ۰٫۴۸ \times ۷۱۰٫۳$$
$$= ۸۴۶ - ۴۹۲ + ۸۳۹٫۶$$

اس لیے $ت'_2 = ۷۷۰$° ف مطلق

(۲) سے ہم معلوم کرتے ہیں کہ کسب ناکارگی حسب ذیل ہے

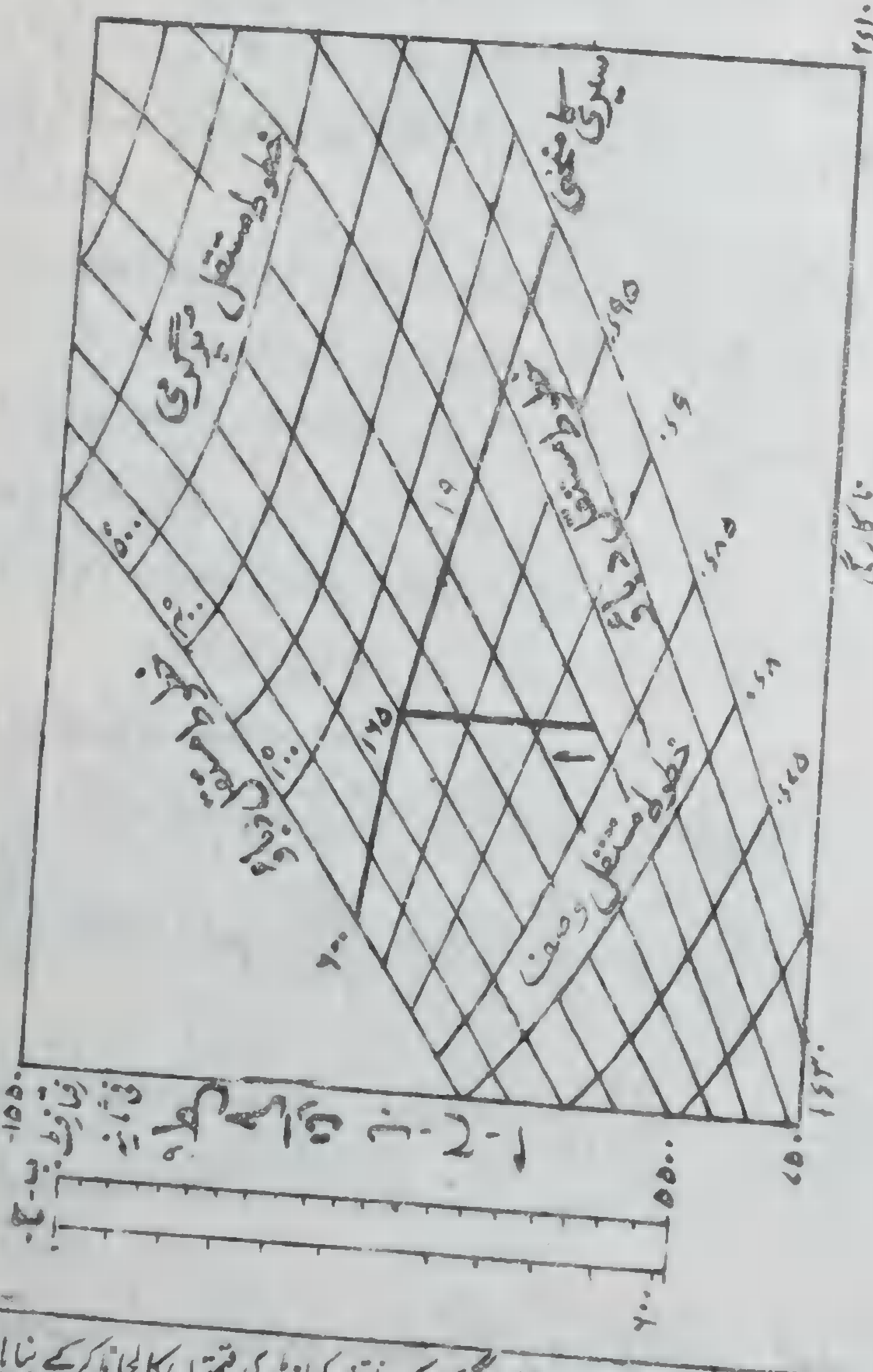
$$\frac{خ_2}{ت_2} + ۰٫۴۸ \, لوک_و \frac{ت'_2}{ت_2} - لوک_و \frac{ت_1}{ت_2} - \frac{خ_1}{ت_1}$$

$$\frac{۹۴۵٫۱}{۷۱۰٫۳} + ۰٫۴۸ \, لوک_و \frac{۷۷۰}{۷۱۰٫۳} - لوک_و \frac{۸۴۶}{۷۱۰٫۳} - \frac{۸۳۹٫۶}{۸۴۶}$$
$$= ۱٫۳۳۰۵ + ۰٫۰۳۸۸ - ۰٫۱۷۴۹ - ۰٫۹۹۲۴$$
$$= ۰٫۲۰۲$$

۴۸۔ بھاپ کے لیے حرارت ناکارگی کا نقشہ۔ مولیر کا نقشہ

اس نقشہ میں قائم محدد ناکارگی اور کل حرارت ہیں۔ اس بیان کا نقشہ جس میں

برطانوی اکائیاں استعمال کی گئی ہیں مارکس اور ڈیویس کے "بھاپ جداول" کے ساتھ (۴۴)
ملتا ہے۔ شکل (۲۷) میں یہ نقشہ صرف اس بھاپ کے لیے کھینچا گیا ہے جو سیری کے منحنی کی قربت میں ہے۔ دباؤ کی وسعت کافی طور پر بڑی ہے اور تمام صورتیں جو عملاً پیش آتی ہیں اس میں شامل ہیں۔



شکل (۲۷) مولیئر کا نقشہ

له ممنس گرین اینڈ کمپنی نے بھی حرارت ناکارگی کا ایک نقشہ کیلنڈر کی قیمتوں کا لحاظ کرکے بنایا ہے جو گرڈی کی "بھاپ تربینیں" میں طبع ہوا ہے اور علیحدہ بھی فروخت ہوتا ہے۔ ایک بڑا نقشہ جس کو پروفیسر کیلنڈر نے بنایا ہے، ایڈورڈ آرنالڈ کمپنی نے شائع کیا ہے۔

نقشہ کے انتصابی خطوط، خطوطِ مستقل ناکارگی ہیں اور افقی خطوط مستقل حرارت کے
خطوط ہیں۔ خطوط جو تقریباً مستقیم ہیں اور جو بائیں جانب سے دائیں جانب اوپر کو
چڑھتے جاتے ہیں خطوط مستقل دباؤ ہیں۔ سیری کے منحنی کے نیچے کے خطوط جو تقریباً
مستقیم ہیں اور جو بائیں جانب سے دہنے جانب نیچے کی طرف بڑھتے ہیں
خطوط مستقل وصف ہیں۔ اور سیری کے منحنی کے اوپر کے خطوط مستقل پُرگرمی کے (۶۵)
خطوط ہیں۔ نقشہ کے بائیں طرف حرارتی اکائیوں کے پیمانہ کے متوازی ایک پیمانہ
دیا گیا ہے جس کے ذریعہ کسی دو دباؤں کے درمیان حرناگذار پھیلاؤ کی وجہ
جو رفتار حاصل ہوتی ہے وہ راست پڑھی جاسکتی ہے۔ ٹونٹیوں میں سے بھاپ
کے بہاؤ وغیرہ کے مسئلوں کے حل میں اس کا خاص استعمال ہوتا ہے جس کا بیان
بعد میں آئیگا (ملاحظہ ہو دفعہ ۱۰۶)۔

یہ نقشہ ان تمام مسئلوں کے حل کرنے میں استعمال ہو سکتا ہے جو بھاپ کی
حالت قبل اور بعد ہم ناکارگی پھیلاؤ یا پچکاؤ اور خناق سے متعلق ہوں۔ مثلاً دفعہ
۴۶ میں کی ہوئی مثال کو لو یہاں خشک سیر شدہ بھاپ ہم ناکارگی طور پر ۳۶۶° ف
سے ۲۲۵° ف تک پھیلتی ہے۔ بھاپ جداول سے ہم معلوم کرتے ہیں کہ ان
تپشوں کے متناظر دباؤ ۱۶۵ اور ۱۸.۹۹ پونڈ فی مربع انچ ہیں۔ سیری کے منحنی پر
۱۶۵ پونڈ دباؤ کے نقطے سے مستقل ناکارگی کا انتصابی خط کھینچو یہاں تک کہ
وہ مستقل دباؤ کے خط کو ۱۸.۹۹ پونڈ مطلق پر قطع کرے۔ نقطۂ تقاطع ا (شکل ۲۷)
بھاپ کے وصف کو ظاہر کرتا ہے، جو راست پڑھا جاسکتا ہے اور ۰.۸۷۷ ہے
اور یہ دفعہ ۴۶ میں حساب کے ذریعہ حاصل کئے ہوئے نتیجہ کے مطابق ہے۔

ابوۂ خناقی حرارہ پیما کے مسئلہ پر غور کرو جو دفعہ ۴۰ مثال (۲) میں حل
کیا گیا ہے۔ یہاں خناق کے قبل دباؤ ۱۶۵ پونڈ مطلق تھا اور خناق کے بعد
۱۶.۷ پونڈ مطلق۔ خناق کے بعد تپش ۲۹۰° ف تھی یعنے بھاپ پُرگرم تھی۔
(۲۹۰ — ۲۱۸.۵۵) = ۷۱.۴۵° ف۔ خط مستقل دباؤ پر ۱۶.۷ پونڈ کا نقطہ
دریافت کرو جس کے لیے پُرگرمی ۷۱.۴۵° ف ہے۔ تب مستقل کل حرارت کے
افقی خط پر بڑھو، جو اس نقطہ میں سے گزرتا ہے، یہاں تک کہ وہ ۱۶۵ پونڈ مطلق کے

خط مستقل دباؤ کو قطع کرے۔ نقطۂ تقاطع بھاپ کی ابتدائی خشکی کی کسر بتلاتا ہے جو پڑھی جائے تو ۰.۹۹۶ ہے، اور یہ حساب کے ذریعہ معلوم کی ہوئی قیمت کے مطابق ہے۔

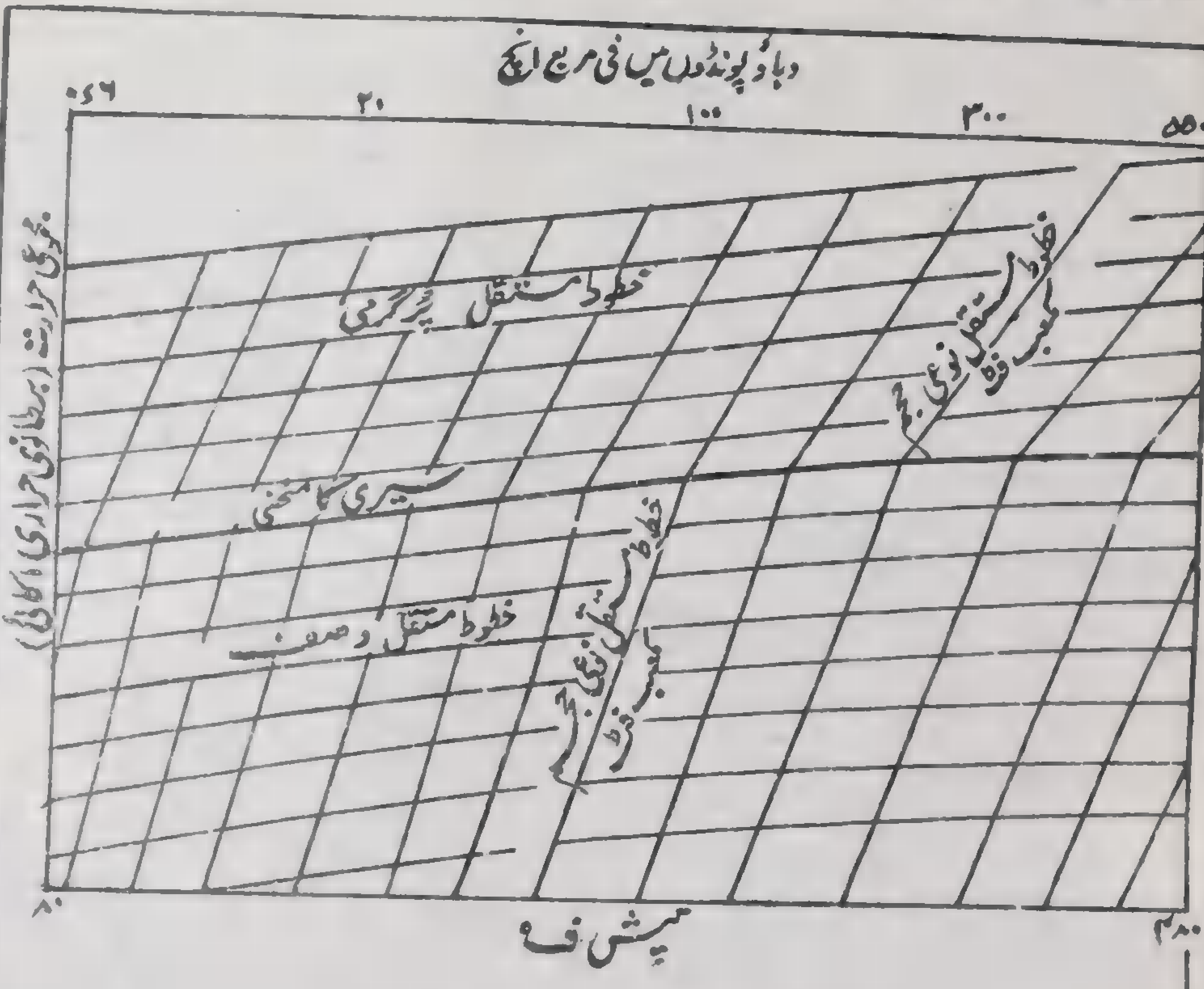
مابعد ہم دفعہ ۴۷ میں کی ہوئی مثال کے نتیجہ کی جانچ کرینگے یہاں ۲۱۰ پونڈ مطلق کے تحت کی خشک سیر شدہ بھاپ کی تار کشی ۳۰ پونڈ مطلق تک عمل میں آتی ہے کسب ناکارگی مطلوب ہے۔

مستقل حرارت سیری کے منحنی کے نقطے سے جہاں دباؤ ۲۱۰ پونڈ مطلق ہے مستقل حرارت کے خط پر بڑھو جو اس نقطہ میں سے گذرتا ہے یہاں تک کہ وہ ۳۰ پونڈ مطلق کے خط مستقل دباؤ کو قطع کرے۔ نقطۂ تقاطع ۱.۷۴۶ ناکارگی ظاہر کرتا ہے اور ۲۱۰ پونڈ پر ناکارگی ۱.۵۴۱ ہوتی ہے۔ اس لیے کسب ناکارگی یہ ہے

۱.۷۴۶ − ۱.۵۴۱ = ۰.۲۰۵

اور حساب کے ذریعہ جو نتیجہ حاصل ہوا تھا وہ ۰.۲۰۲ تھا۔ ان دونوں نتائج کے درمیان کا فرق بلاشک بھاپ کی حرارت نوعی مستقل اور ۰.۴۸ کے مساوی نہ ہونے کی وجہ ہے جو کہ دفعہ ۴۷ میں فرض کیا گیا تھا۔

۴۹۔ کل حرارت اور دباؤ کا نقشہ — اس طرز کا نقشہ بھی مارکس اور ڈیویس کے بھاپ جداول کے ساتھ ملتا ہے۔ قائم محدد دباؤ اور کل حرارت ہیں۔ کل حرارتیں معینوں سے ظاہر ہوتی ہیں۔ انتصابی خطوط (شکل ۲۸) مستقل دباؤ کے خطوط ہیں کیسی انتصابی خط پر وہ حرارت کی رسد ناپی جاتی ہے جو مستقل دباؤ کے تحت حجم یا وصف کے تغیرات کے ساتھ ہوتی ہے۔ افقی خطوط مستقل کل حرارت کے خطوط ہیں جو خناق کی وجہ حجم کے تغیر اور بھاپ کی حالت کو ظاہر کرتے ہیں۔ فصلوں کا پیمانہ سیر شدہ بھاپ کی تپشوں کا یکساں پیمانہ ہے جو بھاپ کے دباؤں کے متغیر پیمانہ کو ظاہر کرتا ہے۔ (۶۶)
اس متغیر پیمانے میں فائدہ یہ ہے کہ یہ ادنیٰ دباؤں پر حجم نوعی کے منحنیوں کو پھیلا دیتا ہے۔



شکل ۲۸- مجموعی حرارت اور دباؤ کا نقشہ

اس نقشہ کے مکمل بیان کے لیے مارکس اور ڈیویس ملاحظہ ہوں-

امثلہ نمبری (۳)

(۱) ذیل کے مقدمات کے ذریعہ ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق کے تحت ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کا حجم دریافت کرو-

د پونڈ فی مربع انچ مطلق	۹۰	۹۵	۱۰۳	۱۱۰
تپش ف	۳۲۰٫۳	۳۲۴٫۱	۳۳۰٫۰	۳۳۴٫۸

۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ پر حرارت مخفی ۸۸۸ ب-ح-ا- لیجائے-

(۲) ۱۶۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق پر (ت = ۳۶۳٫۶ ْف) ایک پونڈ سیر شدہ بھاپ کی تبخیر کی کل حرارت اور اندرونی توانائی دریافت کرو۔ جبکہ (ا) بھاپ خشک ہو (ب) بھاپ کی خشکی کی کسر ۰٫۷ ہو۔ اس دباؤ پہ خشک سیر شدہ بھاپ کے لیے حجم نوعی = ۲٫۸۳ مکعب فٹ۔

(۳) تین مختلف جوشاروں ا، ب، اور ج کے امتحانات سے حسب ذیل مقدار حاصل ہوئے۔ ہر امتحان میں فی پونڈ ۱۴۰۰۰ ب۔ ح۔ ا حراری قیمت کا معدنی کوئلہ استعمال کیا گیا تو ہر جوشارے کے لیے (ا) فی پونڈ معدنی کوئلہ کی معادل تبخیر (۶۶)
۲۱۲ ْف سے اور خود ۲۱۲ ْف پر دریافت کرو۔ (ب) جوشارے کی استعداد۔

	ا	ب	ج
بھاپ کا دباؤ (پونڈ فی مربع انچ مطلق)	۱۴۰	۱۸۰	۱۶۰
سیری کی تپش ْف	۳۵۳٫۱	۳۷۳٫۱	۳۶۳٫۶
بھرن کی تپش ْف	۵۰	۶۵	۱۰۰
بھاپ کی خشکی فی صد	۹۸	۹۸٫۵	–
پُرگرم بھاپ کی تپش ْف	–	–	۵۰۰
کامی صورتوں کے تحت فی پونڈ معدنی کوئلہ، پانی جو بخار میں تبدیل ہوا	۹٫۲	۸٫۸	۸٫۵

جوشارہ ج کے لیے بھاپ کی حرارت نوعی ۰٫۵ لیجائے

(۴) ایک بھاپ انجن سے لیے ہوئے مظہار نقشہ کے ناپوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایک خاص آن میں بھاپ کا حجم ۱٫۹۵ مکعب فٹ ہے اور دباؤ ۶۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق۔ اگر استوانہ میں بھاپ کا حقیقی وزن ۰٫۵ پونڈ ہو تو اس آن میں بھاپ کی خشکی دریافت کرو۔

(۵) ایک انجن کے استوانہ میں فراغ کا حجم ۲ مکعب فٹ ہے جوشارہ کا

دباؤ ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے اور استوانہ میں کا دباؤ بھاپ کے داخلہ کے وقت ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے۔ جو شارہ کی بھاپ کی خشکی کی کسر ۰.۹۹ اور فراغ میں کی بھاپ کی ۰.۹۵ — داخل شدہ بھاپ کی مقدار دریافت کرو اور خشکی کی کسر جبکہ فراغ میں کا دباؤ ۱۰۰ پونڈ مطلق تک پہنچتا ہے۔ تمام نقصانات کو نظرانداز کردو اور فرض کرو کہ استوانہ حرارت کے لیے غیر موصل ہے اور یہ دیا گیا ہے۔

دباؤ	ح	مخ	حجم نوعی
۱۰۰	۲۹۸.۳	۸۸۸	۴.۴۲۹
۱۵	۱۸۱.۰	۹۶۹.۷	۲۶.۲۷

(۶) جو شارہ کی بھاپ کی خشکی کی کسر ۰.۹۷ ہے اور ۲۴۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ (ت = ۲۹۴° ف) سے ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ (ت = ۳۸۲° ف) دباؤ تک تارکشی کی جائے تو تحویلی کواڑی کے اس طرف جدھر انجن ہے خشکی کی کسر دریافت کرو۔

(۷) ایک تکثیفی پلانٹ کے امتحان میں حسب ذیل نتائج حاصل ہوئے۔
(ا) تکثیف شدہ بھاپ فی گھنٹہ ۲۱۰۰ پونڈ، (ب) اخراجی بھاپ کی تپش مکثفہ میں داخل ہوتے وقت ۱۲۶° ف، (ج) استعمال شدہ دوران کرنے والے پانی کا وزن فی منٹ ۵۱۰ پونڈ، (ڈ) دوران کرنے والے پانی کی تپش مکثفہ میں داخلہ اور اخراج کے وقت علی الترتیب ۵۵° ف اور ۹۰° ف، (ی) ہوا پمپ کے اخراج کی تپش ۹۵° ف۔
اخراجی بھاپ کی خشکی کی کسر مکثفہ میں داخل ہوتے وقت دریافت کرو۔

(۸) خناقی حرارہ پیما کے امتحان میں حسب ذیل مقدرات حاصل ہوئے۔
بھاپ کی صدر نلی میں دباؤ ۱۵۳ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۳۶۰° ف اور مخ = ۸۶۲)، تارکشی کے بعد تپش ۲۴۰° ف، تارکشی کے بعد دباؤ ۱۹.۷ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۲۲۰° ف اور ح = ۱۱۵۳)۔ صدر بھاپ نلی میں بھاپ کی خشکی کی کسر دریافت کرو۔ حرارت نوعی مخ د = ۰.۵ فرض کرو۔

(۹) خنانی اور فارق حرارہ پیما کے مجموعہ کے امتحان میں ذیل کے مقدرات حاصل ہوئے فارق سے پانی ۵٫۱ پونڈ اور تارکشی کے بعد تکثیف شدہ بھاپ ۳۲ پونڈ۔ تارکشی کے قبل بھاپ کی تپش ۳۰۴° ف اور تارکشی کے بعد ۲۲۵° ف۔ تارکشی کے بعد دباؤ ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۲۱۳ اور ح = ۱۱۵۰٫۰) بھاپ کی خشکی معلوم کرو اور حرارت نوعی نخ = ۰٫۵ فرض کرو۔

(۱۰) ذیل کے مشاہدوں سے جو خنانی حرارہ پیما کے ذریعہ حاصل کیے گئے ہیں بھاپ جداول استعمال کرکے خشکی کی کسر دریافت کرو۔ صدر بھاپ نلی میں کا دباؤ گیج سے ۸۰٫۳ پونڈ فی مربع انچ حرارہ پیما میں کی بھاپ کی تپش ۲۶۰° ف۔ فشار پیما کی قرائت ۳ انچ اور بارپیما کی قرائت ۲۹ انچ۔

(۱۱) ۹۰° ف پر کا پانی ۲۹۶° ف پر کی بھاپ میں تبدیل کیا جائے اور تب ۵۰۰° ف تک فوق گرم کی جائے تو کسب ناکارگی دریافت کرو۔ (نخ = ۰٫۵ مانکر)۔

(۱۲) ایک ناکارگی کے تختہ کے ذریعہ دریافت کرو:- (۴۸)

(لو) پھیلاؤ کے بعد خشکی کی کسر جبکہ ۱۸۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق کے تحت کی خشک سیر شدہ بھاپ ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک ہم ناکارگی طور پر پھیلتی ہے۔

(ب) پھیلاؤ کے بعد خشکی جبکہ ۲۸۰° ف پر ۰٫۸ خشکی کی بھاپ ہم ناکارگی طور پر ۱۰۰° ف تک پھیلے۔

(ج) بھاپ ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق پر ۴۰۰° ف تک فوق گرم کی جاتی ہے اور تب ۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک ہم ناکارگی طور پر پھیلتی ہے۔ پھیلاؤ کے بعد خشکی دریافت کرو۔

(ڈ) آخری دباؤ (ج) میں کیا ہونا چاہئے تاکہ بھاپ پھیلاؤ کے بعد عین خشک اور سیر شدہ ہو جائے۔

(۱۳) ۱۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق پر بھاپ ۴۰۰° ف تک فوق گرم کی جاتی ہے اور تب ہم ناکارگی طور پر پھیلتی ہے۔ کس دباؤ پر بھاپ خشک اور سیر شدہ ہوگی؟

(۱۴) ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق پر (ت = ۳۸۲ ف) بھاپ ۴۰۰ ف تک برگرم کی جاتی ہے۔ تب وہ ایک تخفیفی کواڑی میں سے گذرتی ہے اور اس کا دباؤ ۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک (ت = ۲۱۳ ف) تخفیف ہوتا ہے۔ بھاپ کی تپش اور حالت تارکشی کے بعد دریافت کرو اور بغیر بھاپ جداول استعمال کئے ناکارگی کا تغیر دریافت کرو۔ اوسط حرارت نوعی ۵۰ء لیجائے۔

(۱۵) ایک انجن تک پہنچنے والی بھاپ کا دباؤ ۱۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۳۵۸ ف) ہے اور تپش ۴۰۰ ف جبکہ وہ صدر نلی میں ہو۔ انجن میں داخل ہونے کے قبل ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک (ت = ۳۲۸ ف) اس کا خناق عمل میں آتا ہے اور تب ۲۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک (ت = ۲۴۰ ف) حرناگزار طور پر پھیلائی جاتی ہے بغیر بھاپ جداول استعمال کیے بھاپ کی تپش اور حالت پھیلاؤ کے قبل اور بعد معلوم کرو۔

(۱۶) ۳۳۰ ف پر اور ۹۰ء خشکی کی بھاپ کی تارکشی ۹۰ ف تک کی جاتی ہے۔ کسب ناکارگی دریافت کرو۔

(۱۷) ۲۲۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۳۹۰ ف) پر اور ۹۷ء خشکی کی بھاپ کی تارکشی ۱۳ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک کی جاتی ہے۔ خناق کے بعد بھاپ کی حالت اور کسب ناکارگی دریافت کرو جبکہ یہ دیا ہوا ہے۔

د	ت ف	خ
۲۲۰	۳۹۰	۸۳۶٫۲
۱۳	۲۰۵٫۹	۹۷۴٫۲

(۱۸) مسئلہ (۱۷) حل کرو اگر ۲۲۰ پونڈ مطلق پر بھاپ ابتداءً خشک اور سیر شدہ ہو۔

(۱۹) ۱۲ سے ۱۸ تک کے مسئلے (بشمول ہر دو) کل حرارت اور ناکارگی کے نقشہ (مولیر) کے ذریعہ حل کرو۔

(۲۰) ایک بھاپ انجن کے مظہار نقشے میں پھیلاؤ منحنی کے دو نقطوں پر حسب ذیل

جحم اور دباؤ کی قیمتیں (ا) اور (ب) حاصل ہوئیں۔

حجم مکعب فٹ	دباؤ پونڈ فی مربع انچ مطلق	تپش ف°	ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کا حجم	قپ	قب
—	۶۰٫۴	۱۴۵	۷٫۰۱	۰٫۴۳۰	۱٫۶۳۴
(ا) ۲٫۸	۵۲٫۰	۱۳۹٫۴	۸٫۱۰	۰٫۴۱۷۴	۱٫۶۴۵۴
(ب) ۶٫۱	۲۳٫۰	۱۱۷٫۱	۱۷٫۴۰	۰٫۳۵۹۵	۱٫۶۶۹۵

ابتدائی تپش ۱۴۵° ف اور دباؤ ۶۰٫۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق تھے تو معلوم کرو کہ داخلے کے ذرا قبل استوانہ میں کتنا پانی تھا (اس وقت تپش ۶۳° ف تھی) اور داخلہ کے وقت کتنی بھاپ تکثیف ہوئی۔ داخلہ کے قبل موجودہ بھاپ کی مقدار نظر انداز کردو اور فرض کرو کہ استوانہ مکمل طور پر غیر موصل ہے اور بھاپ اور پانی یکساں تپش پر ہیں اور داخل ہونے والی بھاپ خشک اور سیر شدہ ہے۔

(۶۹)

چوتھا باب

بھاپ انجن کا نظریہ

۵۰۔ بھاپ کے حرناگذار پھیلاؤ کے دوران میں کیا ہوا کام

دفعہ ۱۰ میں یہ واضح ہو چکا ہے جبکہ کامل گیس حرناگذار طور پر پھیلتی ہے تو پھیلاؤ کے منحنی کا کلیہ د حم^ج = مستقل ہے جہاں ج = $\frac{ع_ د}{ع_ حم}$

سیر شدہ بھاپ بخار ہے لیکن کامل گیس نہیں اگرچہ پھیلاؤ کا کلیہ امتحانی ضابطہ د حم^ن = مستقل سے تعبیر ہو سکتا ہے لیکن بھاپ کے لئے قوت نما "ن" کو دو نوعی حرارتوں کی نسبت کہنا بے معنی ہے چونکہ پھیلاؤ کے ساتھ ساتھ بھاپ تر ہوتی جاتی ہے (دفعہ ۴۶) اور اس لیے نوعی حرارتوں کی نسبت تبلانا ناممکن ہے کسی صورت میں وہ ایک متغیر مقدار ہے۔ اب یہ سوال پیدا ہوتا ہے کہ "ن" کی قیمت کیا لی جائے۔ ڈاکٹر زینر نے یہ قیمت تبلائی ہے۔

ن = ۱٫۰۳۵ + ۰٫۱ لا .... (۱)

جہاں لا = بھاپ کی ابتدائی خشکی کی کسر

اگر بھاپ ابتداءً خشک ہو تو پھیلاؤ کے منحنی کا کلیہ یہ ہوگا

د حم$^{۱٫۱۳۵}$ = مستقل .... (۲)

رینکن نے ”ن“ کی تقریبی قیمت ۱$\frac{۱}{۹}$ بتلائی اور اگر بھاپ ابتداءً خشک ہو تو یہ قیمت بہت چھوٹی ہوگی اور یہ اس صورت کی متناظر ہے جبکہ بھاپ کی ابتدائی خشکی کی کسر تقریباً ۰٫۷۵ ہے۔

فرض کرو بھاپ حالت د$_{۱}$ حم$_{۱}$ سے حالت د$_{۲}$ حم$_{۲}$ تک پھیلتی ہے تب کیا ہوا کام یہ ہوگا

ک = $\frac{\text{د}_{۱}\text{حم}_{۱} - \text{د}_{۲}\text{حم}_{۲}}{\text{ن} - ۱}$ (دفعہ ۹) .... (۱)

اس مساوات کے استعمال میں آخری حجم حم$_{۲}$ معلوم کرنے کے لیے اولاً پھیلاؤ کے بعد کی خشکی کی کسر معلوم کی جائے (ملاحظہ ہو دفعہ ۴۶) اور تب خشکی کی کسر کو دباؤ د$_{۲}$ پر کی خشک اور سیر شدہ بھاپ کے حجم سے ضرب دیں۔

دفعہ ۱۰ میں دی ہوئی حرناگذار پھیلاؤ کی تعریف کے ذریعہ ایک دوسرا جملہ کیے ہوئے کام کے لیے حسب ذیل حاصل ہوتا ہے۔

کیا ہوا کام = اندرونی توانائی کا تغیر

دفعہ ۳۵ کی ترقیم استعمال کرنے سے

ک = عہ$_{۱}$ - عہ$_{۲}$ حرارتی اکائیاں .... (۲)

= (ح$_{۱}$ - ی$_{۱}$) - (ح$_{۲}$ - ی$_{۲}$) حرارتی اکائیاں

یا ک = ح$_{۱}$ - ح$_{۲}$ - $\frac{۱۴۴}{\text{جی}}$ (د$_{۱}$ حم$_{۱}$ - د$_{۲}$ حم$_{۲}$) .... (۳)

جس میں دباؤ پونڈ فی مربع انچ میں اور حجم مکعب فٹ میں ناپے جاتے ہیں۔ (۷۰)

مثال ۱- کیا ہوا کام دریافت کرو جبکہ ایک پونڈ بھاپ حرناگذار طور پر ۱۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق سے ۱۶ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک پھیلتی ہے جبکہ (ا) بھاپ ابتداءً خشک اور سیر شدہ ہو (ب) ابتدائی خشکی کی کسر ۰٫۸ ہو۔

بھاپ جداول (صفحہ ۸۴۰) کے ذریعہ حاصل شدہ امور حسب ذیل ہیں۔

د	ت	ح	مخ	حم
۱۵۰	۳۵۸٫۵	۳۳۰٫۲	۸۶۳٫۲	۳٫۰۱۲
۱۶	۲۱۶٫۳	۱۸۴٫۴	۹۶۶٫۶	۲۴٫۷۹

(۲) سے

$$ک = ح_1 - ح_2 - \frac{۱۴۴}{۷۷۸}\left(د_1\,حم_1 - د_2\,حم_2\right)$$

(و) یہاں

$ح_1$ = ۳۳۰٫۲ + ۸۶۳٫۲ = ۱۱۹۳٫۴ ب۔ح۔ا

تپش ناکارگی کے نقشہ کے ذریعہ یا مولیر نقشہ کے ذریعے (دفعہ ۴۸) خشکی کی کسر پھیلاؤ کے بعد (دفعہ ۴۶)

= ۰٫۸۷۴

$ح_2$ = ۱۸۴٫۴ + ۰٫۸۷۴ × ۹۶۶٫۶ = ۱۸۴٫۴ + ۸۴۵٫۷

= ۱۰۳۰٫۱ ب۔ح۔ا

$حم_1$ = ۳٫۰۱۲ مکعب فٹ اور $حم_2$ = ۲۴٫۷۹ × ۰٫۸۷۴

= ۲۱٫۶۷ مکعب فٹ

∴ ک = ۱۱۹۳٫۴ − ۱۰۳۰٫۱ − $\frac{۱۴۴}{۷۷۸}$ (۱۵۰ × ۳٫۰۱۲ − ۱۶ × ۲۱٫۶۷)

ک = ۱۶۳٫۳ − ۱۹٫۵ = ۱۴۳٫۸ ب۔ح۔ا

(ب) دفعہ ۴۶ کے طریقہ سے ہم معلوم کریں تو $لا_2$ = ۰٫۷۲۵

یہاں

$ح_1$ = ۳۳۰٫۲ + ۸۶۳٫۲ × ۰٫۸ = ۳۳۰٫۲ + ۶۹۰٫۶

= ۱۰۲۰٫۸

ح۲ = ۱۸۴٫۴ + ۹۶۷٫۶ × ۰٫۷۲۵ = ۱۸۴٫۴ + ۷۰۱٫۵

= ۸۸۵٫۹

حم۱ = ۰٫۸ × ۳٫۰۱۲ = ۲٫۴۱ مکعب فٹ

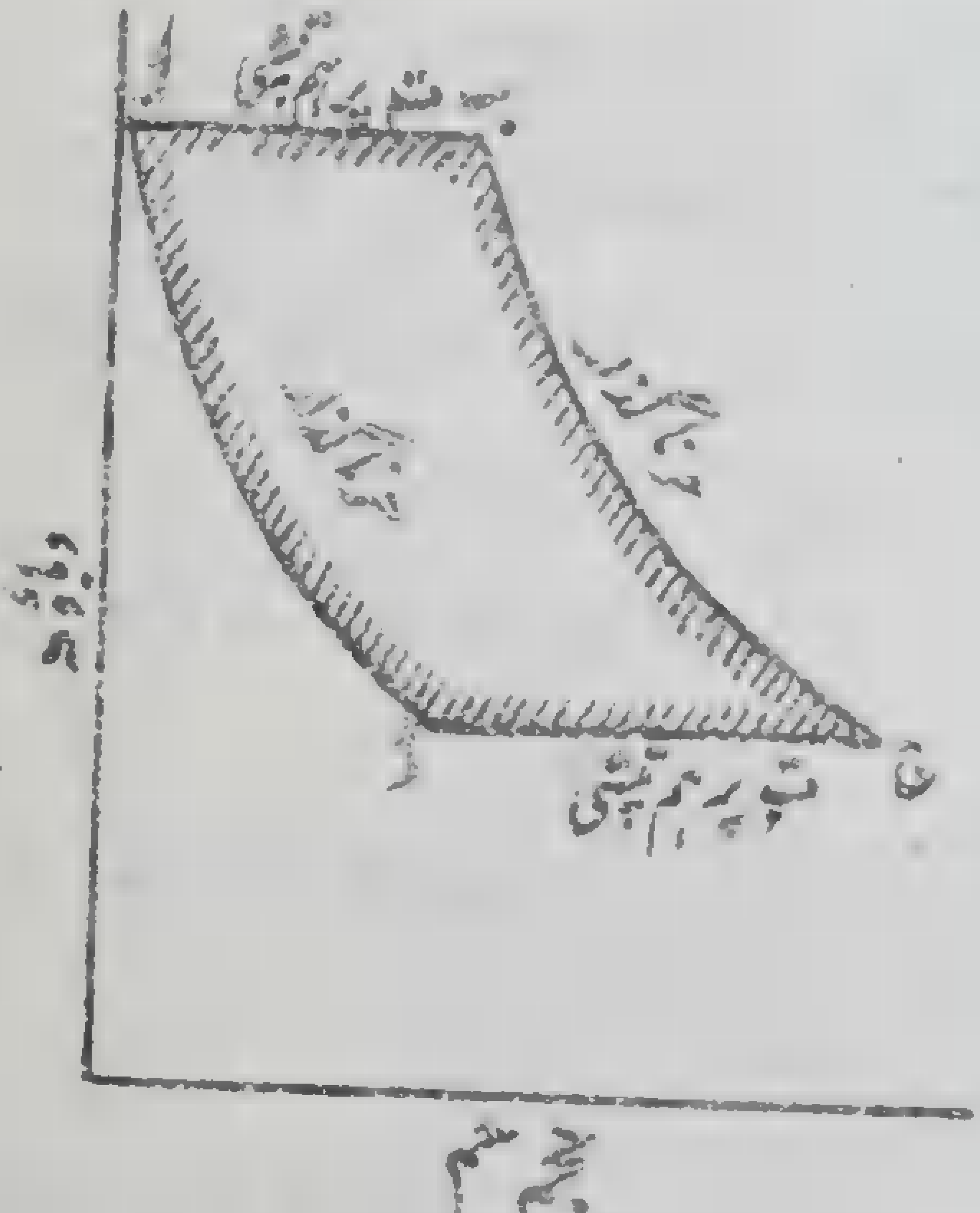
حم۲ = ۰٫۷۲۵ × ۲۴٫۷۹ = ۱۷٫۹۷ مکعب فٹ

∴ کس = ۱۰۲۰٫۸ − ۸۸۵٫۹ − ۱۴۴/۷۷۸ (۱۷٫۹۷ × ۱۶ − ۲٫۴۱ × ۱۵۰)

= ۱۳۴٫۹ − ۱۳٫۷ = ۱۲۱٫۲ ب۔ح۔ا

۱۵۔ کارنو کے دور پر کام کرنے والا کامل بھاپ انجن

۔۔۔ شکل ۲۹ میں اس دور کے لیے دباؤ حجم کا نقشہ دکھلایا گیا ہے۔



شکل (۲۹)۔ کارنو کے دور پر کام کرنے والے بھاپ انجن کے دحم کا نقشہ

منزل "ا ب" ۔ ا ب پر پانی کو حرارت پہنچائی گئی جو اس کو مستقل دباؤ کے تحت بھاپ میں تبدیل کرتی ہے۔ بھاپ مستقل دباؤ اور مستقل تپش ت۱ کے تحت ہم تپشی طور پر پھیلتی ہے۔

منزل "ب ج" ۔ جب تمام پانی خشک سیر شدہ بھاپ میں تبدیل ہو جاتا ہے تو حرارت کا مبداء منقطع کر دیا جاتا ہے اور بھاپ حر ناگذار طور پر تپش ت۲ تک پھیلتی ہے۔

منزل "ج د" ۔ اب بھاپ ہم تپشی طور پر تپش ت۲ پر دبائی جاتی ہے اور حرارت کثیفہ میں خارج ہونے کے سبب اس کی تکثیف عمل میں آتی ہے۔

منزل "ڈ ا"۔ کسی نقطۂ ڈ پر بھاپ کی تکثیف کو روک کر دور کی تکمیل کی جاتی ہے اور بعد ازاں حرناگذار طور پر پچکایا جاتا ہے۔ اگر نقطۂ ڈ کا صحیح انتخاب ہو تو کامی سیال کو اس کی ابتدائی حالت (یعنے پانی کی تپش $ت_۱$) پر واپس لانے سے دور کی تکمیل ہوگی۔ (۷۱)

چونکہ دور بند ہے اس لیے تعکس پذیر ہوگا، تمام حرارت اعلیٰ تر تپش $ت_۱$ پر حاصل کی گئی اور ادنیٰ تر تپش $ت_۲$ پر خارج کی گئی تو استعداد $\frac{ت_۱ - ت_۲}{ت_۱}$ (دفعہ ۲۱) ہوگی

فرض کرو تپش $ت_۱$ پر بھاپ کی حرارت مخفی $مخ_۱$ ہے تب اثناء دور پہنچائی ہوئی حرارت کی مقدار $مخ_۱$ ہوگی اور کیا ہوا کام

$$مخ_۱ \times \frac{ت_۱ - ت_۲}{ت_۱} \quad .... (۱)$$

کامی سیال کو ا پر بالکلیہ پانی اور ب پر بالکلیہ بھاپ فرض کرنے کے بجائے ا ب شکل (۲۹) بھاپ اور پانی کے ابتدائی آمیزے کے جزوی تبخیر کو تعبیر کرنے والا تصور کیا جاسکتا ہے۔ اس صورت میں اگر ب پر آمیزہ کی خشکی کی کسر لاب ہے اور و پر خشکی کی کسر $لا_و$ سے تعبیر ہو تو اثناء دور حرارت جو مہیا کی گئی

$$(لاب - لا_و) \; مخ_۱ \text{ ہوگی۔}$$

اور کیا ہوا کام

$$(لاب - لا_و) \; مخ_۱ \times \frac{ت_۱ - ت_۲}{ت_۱}$$

$$= \frac{مخ_۱ (لاب - لا_و)(ت_۱ - ت_۲)}{ت_۱} \quad .... (۲)$$

اگر مندرجۂ بالا دور عمل میں آسکتا تو سیر شدہ بھاپ استعمال کرنے والا بھاپ انجن حر حرکیاتی طور پر کامل ہوتا اور اس کی استعداد مثل کسی دوسرے کامل حرارتی انجن کے صرف تپش کی کامی وسعت $ت_۱ - ت_۲$ پر منحصر ہوتی۔ اس دور پر کام کرنے والے

انجن کی تصوری استعداد یں مختلف صورتوں میں معلوم کی گئی ہیں۔ یہ فرض کرتے ہوئے کہ تکثیف تپش کی ادنیٰ ترحارہ ۵۲۰° مطلق یعنے ۶۰° ف پر عمل میں آتی ہے اور وہ جدول کی صورت میں حسب ذیل ہے۔

مطلق دباؤ - پونڈ فی مربع انچ	تپش ت۱	استعداد (ت۱ - ت۲) / ت۱
۴۰	۷۲۸٫۱۷	۰٫۲۸۴
۶۰	۷۵۳٫۵۷	۰٫۳۰۸
۸۰	۷۷۲٫۸۷	۰٫۳۲۶
۱۰۰	۷۸۸٫۶۳	۰٫۳۳۹
۱۲۰	۸۰۲٫۰۶	۰٫۳۵۰
۱۴۰	۸۱۳٫۸۳	۰٫۳۵۹
۱۶۰	۸۲۴٫۳۴	۰٫۳۶۸
۱۸۰	۸۳۳٫۸۹	۰٫۳۷۵
۲۰۰	۸۴۲٫۶۴	۰٫۳۸۱
۲۲۰	۸۵۰٫۷۰	۰٫۳۸۷
۲۴۰	۸۵۸٫۴۰	۰٫۳۹۳
۲۶۰	۸۶۵٫۶۰	۰٫۳۹۸
۲۸۰	۸۷۲٫۱۰	۰٫۴۰۲
۳۰۰	۸۷۸٫۵۰	۰٫۴۰۷
۶۰۰	۹۴۶٫۶	۰٫۴۵۱

۵۲۔ تپش کے جائز حدود ــــــ رسد کے پانی کی تپش کی ادنیٰ تر
حدت ۲ ہے جو کسی صورت ۴۹۲° (۳۲° ف) سے کم نہیں ہو سکتی۔ تپش کی اعلیٰ ترحدت ۱ دباؤ کے (۷۷)

لہ "The Economic Value of Increasead Steam Pressure"
مصنفہ ایچ۔ یل۔ گے ملاحظہ ہو۔ آئی۔ ایم۔ ای فروری ۱۹۲۶ء کی روداد اور
"The Use and Economy of High Pressure Steum Plants"
مصنفہ اے۔ یل۔ ملانی اور ڈبلیو کرآئی۔ ایم۔ ای جنوری ۱۹۲۷ء کی روداد ملاحظہ ہو۔

لحاظ سے عملاً مقرر کی جاتی ہے جو تپشوں کے تھوڑے اضافہ سے بہت شدید ہو جاتی ہے جس کی وجہ میکانی دشواریاں انجن کے کامی حصوں کی مضبوطی اور اعلیٰ چکناتے کے لحاظ سے پیدا ہو جاتی ہیں۔ مندرجۂ بالا سے ظاہر ہے کہ ۳۰۰ پونڈ فی مربع انچ (تقریباً جو عمل حد ہے) دباؤ کے لیے تپش صرف ۸۰ ۸ مطلق یعنے ۴۲۰ ف ہے اور اگر ادنیٰ ترین تپش ۶۰ ف لیجائے تو تصوری استعداد تقریباً ۴۰ فیصد ہوگی۔ عملاً یہ نتیجہ حاصل ہونا ناممکن ہے چونکہ کوئی بھاپ انجن اس دور پر کام نہیں کرتا اور غیر کامل پن کے بہت سے اسباب رفع نہیں کیئے جا سکتے۔ حرحرکیاتی نقطۂ نظر سے سب سے زیادہ قابل غور غیر تعکس پذیر تپش کا تنزل ہے جو بھٹی اور جوشارہ کے درمیان عمل میں آتا ہے۔ ایندھن کے احتراق سے بہت بلند تپش حاصل ہوتی ہے۔ لیکن حرارت کام میں تبدیل ہونے کے قبل تپش کے تنزل کی وجہ سے حرارت کے بہت بڑے حصے کا فوری نقصان ہو جاتا ہے جو کام میں تبدیل ہو سکتا تھا۔

۵۲۔ مندرجۂ بالا عمل کی کس حد تک عملاً پابندی کی جاتی ہے

پہلی منزل "ا ب" نظریہ کے مطابق عمل میں آتی ہے (شکل ۲۹)۔

دوسری منزل "ب ج" اگر دیا ہوا استوانہ مجرد ہو اور فشارہ کی رفتار تیز ہو تو کوئی سبب نہیں کہ پھیلاؤ تقریباً حرناگذار نہ ہو۔

تیسری منزل "ج د" نظریہ کے مطابق عمل میں آسکتی ہے اگر اخراج مکثفہ میں ہو اور اس صورت میں پھیلاؤ کے بعد استوانہ میں دباؤ اور تپش مکثفہ کے دباؤ اور تپش کے مساوی ہونے چاہییں۔

چوتھی منزل "د ا" علیحدہ مکثفہ کی وجہ حرناگذار تکاؤ کے ساتھ دور کی تکمیل نہیں ہو سکتی۔ اس لیے مفید ترین عمل یہ ہو سکتا ہے کہ تکثیف شدہ پانی کو بھرن پمپ یا پچکاری کے ذریعہ کفایت کاریا بھرن پانی کے مسخن میں سے گذار کر جوشارہ تک پہنچائیں۔

حقیقتاً اخراجی ضرب ختم ہونے کے قبل اخراج بند کر دیا جاتا ہے اور بیکانی وجوہات سے اور فراغ کی وجہ نقصان طاقت کی تخفیف کے لیے بھاپ کو گاڑھی دی جاتی ہے اور بچکائی جاتی ہے اور حر حرکیاتی استعداد فی الحقیقت اس سے متاثر نہیں ہوتی۔ پھیلاؤ کبھی مکثفہ یا عقبی دباؤ تک عمل میں نہیں لایا جاتا چونکہ ایک مقررہ دباؤ کے نیچے انجن کے استوانہ میں کا کام تکثیف اور انجن کی رگڑ کے نقصانات کے بہ نسبت کم ہو جاتا ہے۔

اس دور پر کام کرنے والے ایک انجن کا مظہار نقشہ (عدم فراغ کو تصور کر کے) شکل ۳۰ میں ظاہر کیا گیا ہے۔ "ا ب" جو شارہ کی شدید دباؤ والی بھاپ کے داخلہ کو تعبیر کرتا ہے، "ب" نقطہ کاٹ ہے۔ "ب ج" خط پھیلاؤ (حرنا گزار) ہے اور "ج ڈ" اخراج۔

فرض کرو $\text{د}_۱$ = ابتدائی دباؤ پونڈ فی مربع فٹ میں "ا" یا "ب" پر

$\text{د}_۲$ = آخری یا اخراجی دباؤ "ج" یا "ڈ" پر

$\text{حم}_۱$ = پھیلاؤ کے قبل ابتدائی حجم (ب پر)

ب = پھیلاؤ کی نسبت

تب پھیلاؤ کے دوران میں فی پونڈ کیا ہوا کام $= \text{د}_۱ \text{حم}_۱$ ......(۱)

تب ب $\text{حم}_۱$ تک پھیلاؤ کے دوران میں فی پونڈ کیا ہوا کام $= \dfrac{\text{د}_۱\text{حم}_۱ - \text{د}_۲ \text{ب} \text{حم}_۱}{\text{ن} - ۱}$ ......(۲)

اخراج کے دوران میں بھاپ پر کیا ہوا کام $= \text{د}_۲ \text{ب} \text{حم}_۱$ ......(۳)

بھرن پمپ سے کیا ہوا کام $= (\text{د}_۱ - \text{د}_۲)\text{حم}_\text{پ}$ ......(۴)

پہنچائی ہوئی حرارت $= (\text{ح} - \text{ح}_۱)$ ......(۵)

لہذا فی پونڈ بھاپ کیا ہوا خالص کام (۷۳)

$$= \text{د}_۱\text{حم}_۱ + \frac{\text{د}_۱\text{حم}_۱ - \text{د}_۲\text{ب}\text{حم}_۱}{\text{ن} - ۱} - \text{د}_۲\text{ب}\text{حم}_۱ - (\text{د}_۱ - \text{د}_۲)\text{حم}_\text{پ} \quad ......(۶)$$

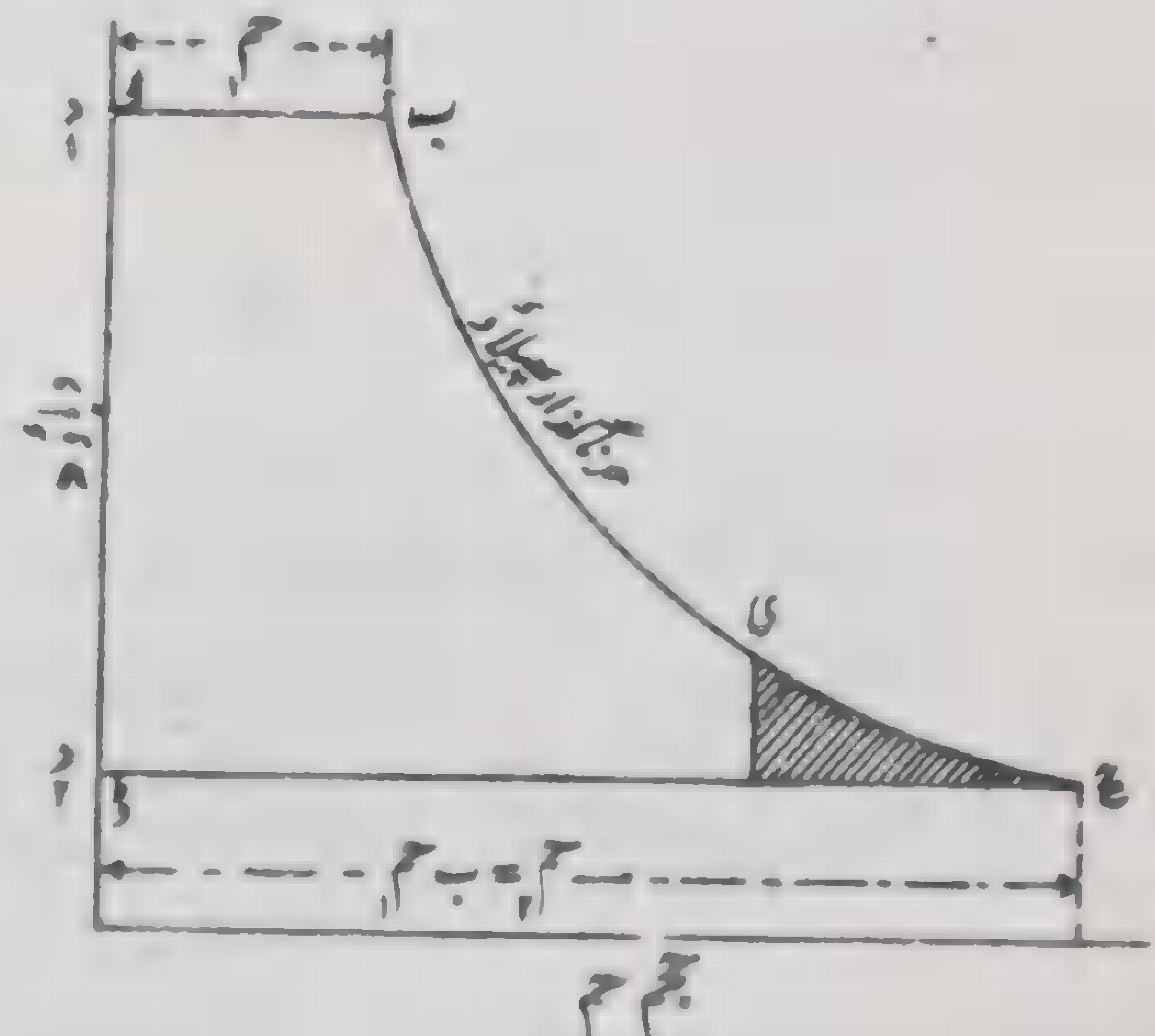
اور استعداد یہ ہے

$$\frac{\text{کیے ہوئے کام کی خالص مقدار}}{\text{پہنچائی ہوئی حرارت}}$$

$$= \frac{د_{۱} حم_{۱} + \frac{د_{۱} حم_{۱} - د_{۲} ب حم_{۱}}{ن - ۱} - د_{۲} ب حم_{۱} - (د_{۱} - د_{۲}) حم_{پ}}{جو (ح_{۱} - ح_{۲})} \quad ......(۷)$$

دفعہ ۵۵ میں اِس پر علحدہ طریقے سے غور کرینگے۔

مندرجۂ بالا استدلال مکمل پھیلاؤ کے لیے ہے یعنے بھاپ اس وقت تک پھیلتی ہے کہ اس کی تپش مکثفہ کی تپش کے مساوی ہو جائے۔



شکل (۳۰)

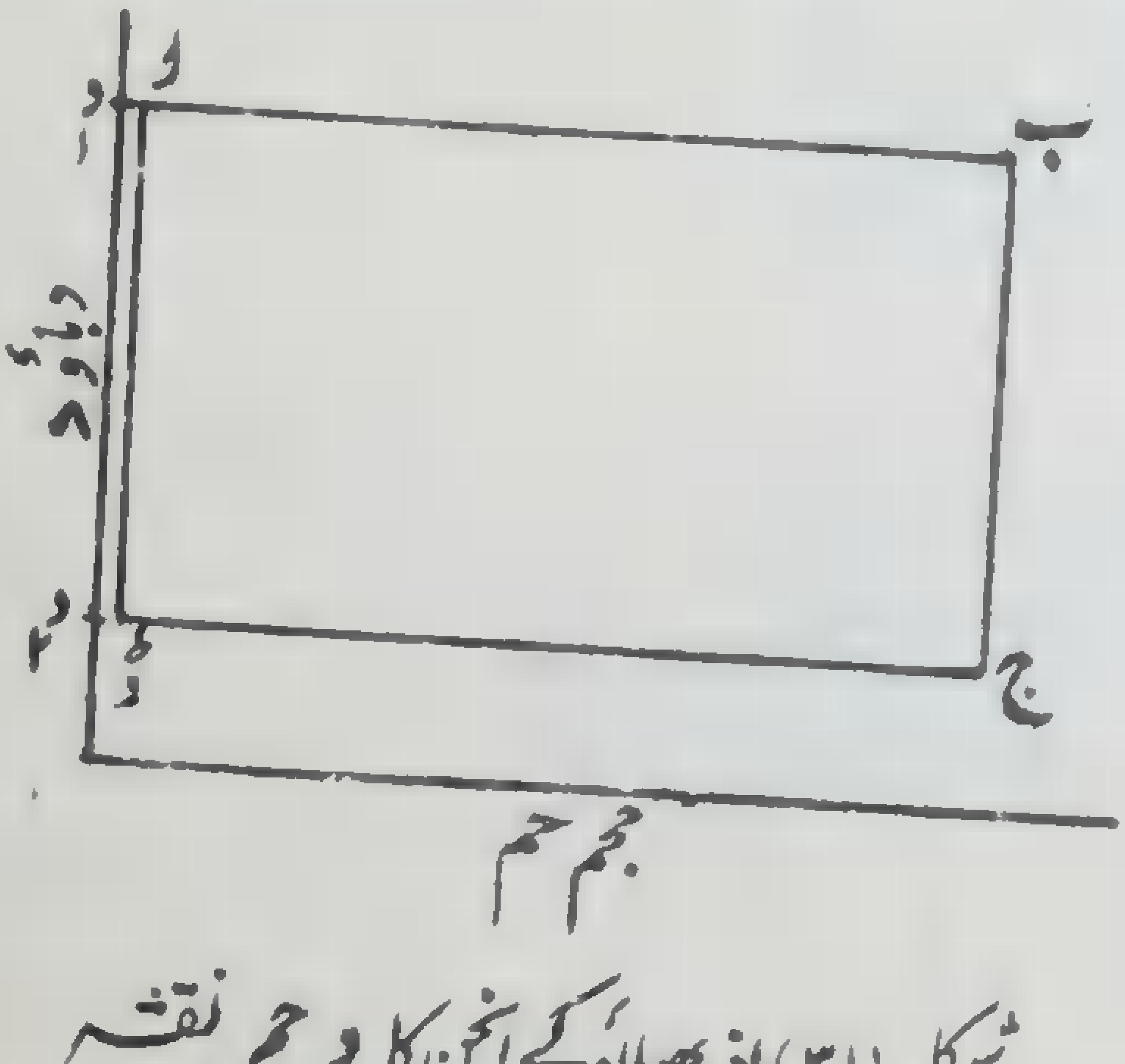
اگر پھیلاؤ نامکمل ہو جیسے عمل میں ہمیشہ ہوتا ہے تو مساوات (۲) اس وقت بھی قائم رہیگی اگر $د_{۲}$ پھیلاؤ کے بعد کا دباؤ لیا جائے اور مساوات (۴) میں $د_{۲}$ کے بجائے مکثفہ میں کا دباؤ مندرج ہونا چاہیے اس صورت میں $د_{۳}$ اگر حقیقی دباؤ ہو تو استعداد یہ ہوگی

$$= \frac{\text{د}_1\text{حم}_1 + \dfrac{\text{د}_1\text{حم}_1 - \text{د ب حم}_1}{\text{ن} - 1} - \text{د}_\text{ع}\text{ب حم}_1 - (\text{د}_1 - \text{د}_\text{ع})\,\text{حم}_\text{پ}}{\text{جو}(\text{ح}_1 - \text{ح}_2)} \quad \ldots\ldots\ldots (۸)$$

ناکمل پھیلاؤ شکل ۳۰ میں تبلایا گیا ہے جس میں پھیلاؤ نقطہ "ی" پر روک دیا گیا ہے۔ اس کا نتیجہ کام کا نقصان ہے جو فشارہ پر کیا جاتا ہے اور نقشہ کے سایہ دار حصہ سے تعبیر کیا گیا ہے۔

چوتھی منزل یعنے ابتدائی تپش ت_1 تک حرنا گذار بچکاؤ کی عدم موجودگی کی وجہ نظری استعداد جو اوپر معلوم کی گئی ہے ہمیشہ کارنو کی استعداد سے کم ہوگی (۴۷)
بچکاؤ نہ ہونے کی وجہ حرارت ان تپشوں پر لی جاتی ہے جو ت_2 سے ت تک بدلتی ہیں اس لیے استعداد $\dfrac{\text{ت}_1 - \text{ت}_2}{\text{ت}_1}$ سے کم ہونی چاہیے جیسے دفعہ ۴۴ میں بتلایا گیا ہے۔ اس طرح بغیر بچکاؤ کے کام کرنے والے انجن کی استعداد اس سے بہت زیادہ ہے جو عملاً حاصل ہوتی ہے اگرچہ تپش کے وہی حدود استعمال ہوں جیسے دفعہ ۵۷ میں ظاہر ہو جائیگا۔

۵۴۔ بغیر پھیلاؤ کے کام کرنے والے انجن کی استعداد



شکل (۳۱) بغیر پھیلاؤ کے انجن کا د حم نقشہ

ابتدائی نیوکامن کا انجن حسب ذیل تھا۔ غور کرو کہ ایک پونڈ پانی تپش ت_2 پر ہے۔ شکل ۳۱ میں مظہار نقشہ تبلایا گیا ہے۔ "ڈ" پر پانی ت_1 تک گرم کیا جاتا ہے، جو بھاپ میں تبدیل ہوتا ہے۔ اور یہ بھاپ "ب" کے

سمت دباؤ د_1 کے تحت پھیلتی ہے اور اس کی تکثیف "ب ج" کے سمت ہوتی ہے۔ جس کی وجہ دباؤ میں فوری تنزل ہوتا ہے یہاں تک "ڈ" پر پانی کی تپش ت_2 اور دباؤ د_2 ہوجاتے ہیں جو ابتدا میں تھے۔

منزل "ڈ ب" میں حاصل کی ہوئی حرارت $= \text{ح}_1$ .... (۱)

" ج ڈ میں خارج کی ہوئی حرارت $= \text{ح}_1 - \text{ح}_2$ .... (۲)

اثناء دور کیا ہوا کام $= (\text{د}_1 - \text{د}_2)(\text{حم}_{\text{ب}} - \text{حم}_{\text{پ}})$ ...... (۳)

پہنچائی ہوئی حرارت $= \text{ح}_1 - \text{ح}_2$ .... (۴)

$\therefore$ استعداد $= \dfrac{(\text{د}_1 - \text{د}_2)(\text{حم}_{\text{ب}} - \text{حم}_{\text{پ}})}{\text{جو}(\text{ح}_1 - \text{ح}_2)}$ (۵)

(۳) اور (۵) میں $\text{حم}_{\text{ب}}$ = دباؤ د_1 کے تحت ایک پونڈ بھاپ کا حجم

$\text{حم}_{\text{پ}}$ = ایک پونڈ پانی کا حجم

مندرجۂ بالا میں استوانہ، جوشارہ اور مکثفہ تمام ایک ہی ظرف تصور کیے گئے۔ عملاً انجن کے علیحدہ اعضا ہوتے ہیں تاہم اوپر کی مساواتیں برقرار رہتی ہیں۔ علیحدہ ظروف میں علیحدہ عمل ہوتے ہیں، سطحی مکثفہ میں اخراج ہوتا ہے، جہاں سے پانی بھرن پمپ کے ذریعہ جوشارہ میں واپس کیا جاتا ہے۔ تب ہر پونڈ بھاپ کے لیے جو بغیر پھیلاؤ کے ساتھ استعمال کی گئی ہو۔

بھرن پمپ کے ذریعہ کیا ہوا کام $= (\text{د}_1 - \text{د}_2)\text{حم}_{\text{پ}}$

فشارہ پر بھاپ کا کام $= (\text{د}_1 - \text{د}_2)\text{حم}_{\text{ب}}$

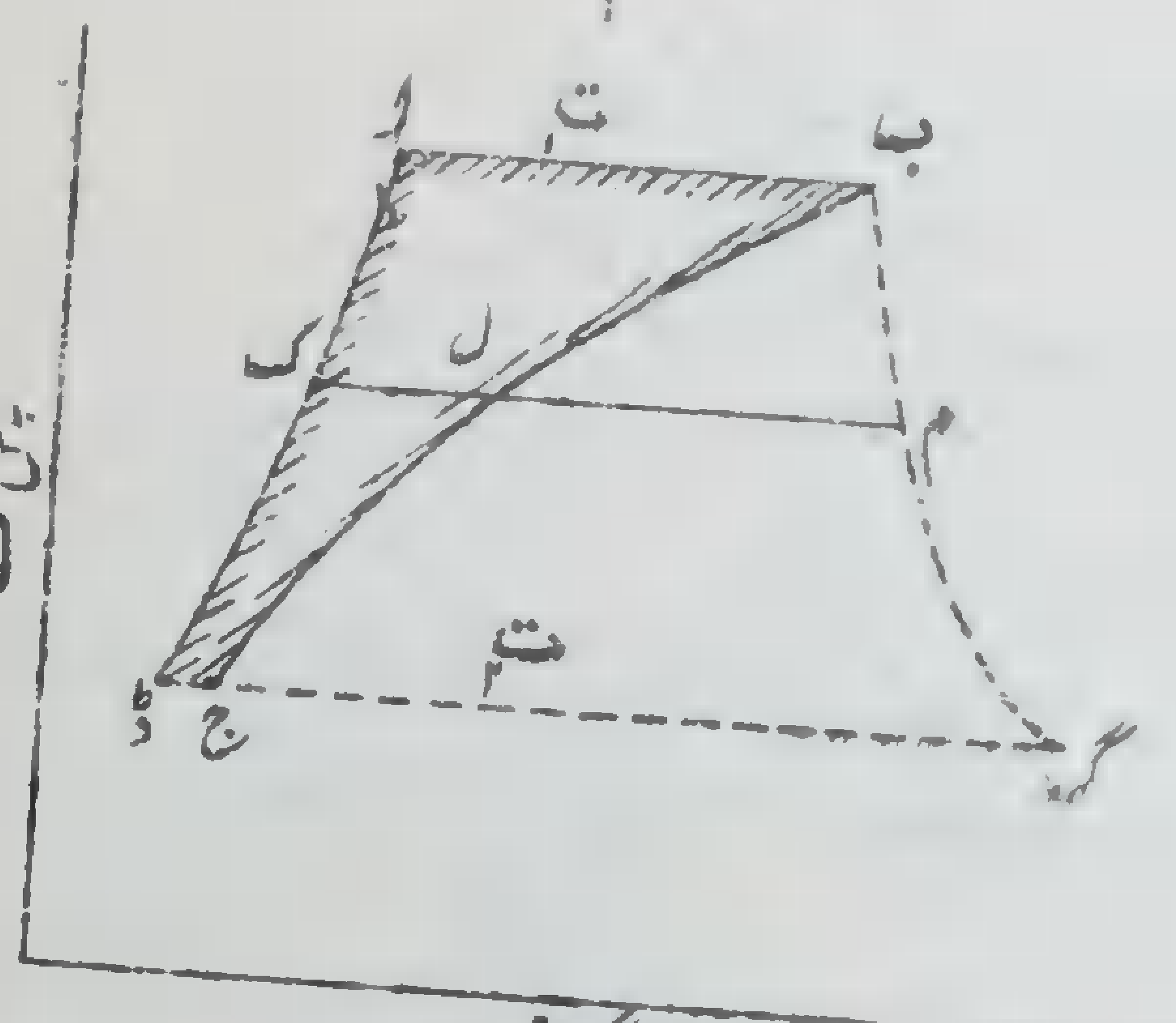
لہٰذا کیا ہوا خالص کام $= (\text{د}_1 - \text{د}_2)(\text{حم}_{\text{ب}} - \text{حم}_{\text{پ}})$

شکل ۳۲ میں اس دور کے لیے تپش ناکارگی کا نقشہ بتلایا گیا ہے۔ ڈ ا ت_2 سے ت_1 تک پانی کے گرم کیے جانے کو تعبیر کرتا ہے۔ ا ب مستقل تپش ت_1 کے تحت بھاپ میں پانی کی تبدیلی کو۔ ب ج مستقل حجم کے تحت تکثیف لگانے کی وجہ

تکثیف کو جبکہ فشارہ کامی ضرب کے اختتام پر ہو اور ج ڈ مستقل تپش ت۲ کے تحت اخراج کرو
ب ج خط مستقل حجم کھینچنے کے لیے بھاپ کے لیے سیری کا منحنی
ب ک کھینچو، اور تپشوں ت۱ اور ت۲ کے درمیان تپش ت پر کوئی خط ک م کھینچو۔
تپش ت پر فرض کرو ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کا حجم حم ہے اور (۷۵)
ایک پونڈ بھاپ کا ابتدائی حجم تکثیف کے قبل حم۱ ہے۔ تب تپش ت پر بھاپ
کی خشکی کی کسر لا = $\frac{\text{حم}_1}{\text{حم}}$

$\frac{\text{ک ل}}{\text{ک م}}$ کو $\frac{\text{حم}_1}{\text{حم}}$ کے مساوی بنانے سے ل حاصل ہوتا ہے۔ یا

$$\text{ک ل} = \frac{\text{حم}_1}{\text{حم}} \times \text{ک م}$$



شکل (۳۲) بغیر پھیلاؤ کے انجن کے لئے ت فہ نقشہ

عملاً شکل ۲۱ میں دیا ہوا تپش ناکارگی کا نقشہ استعمال ہوتا ہے۔ اس نقشہ پر ایک چربہ کاغذ کا تختہ رکھ کر اس خاص صورت کے لیے جو زیر غور ہو تپش ناکارگی کا نقشہ اتارا جاتا ہے۔ اس نقشہ کا رقبہ (شکل ۳۲) اشتائے دور کیے ہوئے کام کو بیمانہ سے تعبیر کریگا۔

۵۵۔ بھاپ انجن جو بغیر پھیلاؤ کے لیکن مکمل

پھیلاؤ کے ساتھ کام کرتا ہے۔ رینکین کا دور ــــ دفعہ ۵۳

میں دباؤ حجم کے نقطۂ نظر سے اس پر غور کیا جا چکا ہے۔ یہ دور (رینکن کلیسیو کا دور کہلاتا ہے) بھاپ انجنوں کے بحث میں بہت اہمیت رکھتا ہے۔ چونکہ وہ انجن کے تصوری عمل کو تعبیر کرتا ہے جو رہائی پر دباؤ میں بغیر فوری تنزل کے کام کرے اور جس کے اسطوانے اور فشارے حرارت کے لیے کامل غیر موصل ہوں جیسے دفعہ ۳۵ میں بتلایا گیا ہے کہ استعداد $\frac{ت_1 - ت_2}{ت_1}$ سے کم ہے چونکہ چوتھی منزل کے دوران میں ایک غیر متعاکس عمل کے ذریعہ حرارت پہنچائی گئی ہے ورنہ دور تعاکس پذیر ہوتا۔

حرارت کا زیادہ حصہ انجن تپش کی اعلیٰ تر حد $ت_1$ پر حاصل کرتا ہے لیکن حرارت کی کچھ مقدار $ت_4$ اور $ت_1$ کے درمیان حاصل ہوتی ہے۔ ان عملوں کی حد تک جو انجن کے استوانہ میں پیش آرہے ہیں دور متعاکس تصور کیا جا سکتا ہے۔ اگر
(۷۶) فرض کیا جائے کہ بھرن پانی $ت_4$ سے $ت_1$ تک تپشوں پر لامتناہی اقساط میں حرارت
حاصل کرتا ہے تو ہر چھوٹی قسط میں جملہ

$$\frac{ت - ت_2}{ت}$$

کام میں حرارت کی اس تھوڑی مقدار مف ح کی منتقلی کی استعداد کو تعبیر کرتا ہے جو کامی شے کسی خاص تپش ت پر حاصل کرتی ہے۔ اس لیے ہر قسط میں حرارت کی مقدار جو کام میں تبدیل ہوئی

$$\frac{مف\ ح\ (ت - ت_2)}{ت}$$ ہے

اور کام میں کل تبدیل شدہ حرارت کی مقدار یہ ہوگی۔

$$\int \frac{مف\ ح\ (ت - ت_2)}{ت} \qquad \ldots\ldots (۱)$$

دور کی اس منزل کے اثناء میں $ت_4$ سے $ت_1$ تک تمام حاصل شدہ حرارت،

حسی اور $\text{ح}_1 - \text{ح}_2$ کے مساوی ہوگی۔ فی پونڈ کامی شے تمام حاصل شدہ حرارت، حرارتِ حسی اور تپش ت_1 پر کی مخفی حرارت کے مجموعہ کے مساوی ہوگی۔

فرض کرو مخ_1 = تپش ت_1 پر حرارت مخفی

تب کل کیا ہوا کام فی پونڈ کامی شے حرارتی اکائیوں میں

$$\text{ک} = \int_{\text{ت}_2}^{\text{ت}_1} \text{فرح}\,\frac{(\text{ت} - \text{ت}_2)}{\text{ت}} + \text{مخ}_1\,\frac{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{ت}_1}$$

$$= \int_{\text{ت}_2}^{\text{ت}_1} \text{فرح} - \text{ت}_2 \int_{\text{ح}_2}^{\text{ح}_1} \frac{\text{فرح}}{\text{ت}} + \text{مخ}_1\,\frac{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{ت}_1}$$

اس کا نتیجہ

$$\text{ک} = \text{ح}_1 - \text{ح}_2 - \text{ت}_2\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \text{مخ}_1\,\frac{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{ت}_1} \quad \text{......(۱)}$$

پانی کی حرارت نوعی مستقل اور اکائی کے مساوی فرض کریں تو

فرح = فرت، $\text{ح}_1 - \text{ح}_2 = \text{ت}_1 - \text{ت}_2$ لکھا جائے تو

$$\text{ک} = (\text{ت}_1 - \text{ت}_2) - \text{ت}_2\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \text{مخ}_1\,\frac{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{ت}_1}$$

یا $\text{ک} = (\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}$ حرارتی اکائیاں فی پونڈ ......(۲)

اب کل پہنچائی ہوئی حرارت $= \text{ح}_1 - \text{ح}_2 = \text{مخ}_1 + \text{ح}_1 - \text{ح}_2$

$$= \text{مخ}_1 + \text{ت}_1 - \text{ت}_2$$

$$\therefore \text{استعداد} = \frac{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}}{\text{مخ}_1 + \text{ت}_1 - \text{ت}_2} \quad \text{......(۳)}$$

اگر بھاپ ابتداءً تر ہو اور لا خشکی کی کسر ہو تو فی پونڈ کیا ہوا کام

یہ ہوگا

$$\text{ک} = \text{ت}_1 - \text{ت}_2 - \text{ت}_2\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \text{لا}_1\,\text{خ}_1\,\frac{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{ت}_1} \quad \ldots\ldots\ldots(۴)$$

$$\text{یا}\quad \text{ک} = (\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}\ \text{حرارتی اکائیاں} \quad ---(۵)$$

اگر فیرنہیٹ اکائیاں استعمال ہوں تو ک، ب-ح-ا میں ہوگا (۴۷)
اور سِنٹی اکائیوں کے ساتھ ک، م-ح-ا میں ہوگا۔

۵۶۔ اس نتیجہ سے حرناگذار مساوات کا استخراج۔

فرض کرو ایک پونڈ پانی کی تپش میں ت_2 سے ت_1 تک اضافہ ہوتا ہے اور فرض کرو کہ کسر لا_1 ہے اور ت_1 پر بخار بنایا جاتا ہے تب

$$\text{حاصل شدہ حرارت} = \text{ح}_1 - \text{ح}_2 + \text{لا}_1\,\text{خ}_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(۱)$$

ت_2 تک حرناگذار طور پر پھیلانے سے اور تب تکثیف کرنے سے دفعہ ۵۵ مساوات ۴ کی رو سے کیا ہوا کام

$$\text{ک} = \text{ح}_1 - \text{ح}_2 - \text{ت}_2\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} - \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1\,\text{ت}_2}{\text{ت}_1} + \text{لا}_1\,\text{خ}_1$$

پہنچائی ہوئی حرارت میں سے کیے ہوئے کام کو تفریق کرنے سے خارج کی ہوئی حرارت

$$= \text{ح}_1 - \text{ح}_2 + \text{لا}_1\,\text{خ}_1 - \left(\text{ح}_1 - \text{ح}_2 - \text{ت}_2\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} - \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1\,\text{ت}_2}{\text{ت}_1} + \text{لا}_1\,\text{خ}_1\right)$$

$$= \text{ت}_2\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1\,\text{ت}_2}{\text{ت}_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(۲)$$

اب یہ تمام اخراج آخری تکثیف کے دوران میں عمل میں آنا چاہیے چونکہ پھیلاؤ حرناگذار ہے اور اس طرح حرارت کی مقدار جو خارج ہوئی $= \text{لا}_2\,\text{خ}_2$ جہاں $\text{لا}_2 = \text{ت}_2$ تک پھیلاؤ کے بعد خشکی کی کسر۔

$$\therefore\ \text{لا}_2\,\text{خ}_2 = \text{ت}_2\,\text{لوک}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{لا}_1\,\text{خ}_1\,\text{ت}_2}{\text{ت}_1}$$

یا $\frac{لا_2 خ_2}{ت_2} = \frac{لا_1 خ_1}{ت_1} + لوک_و \frac{ت_1}{ت_2}$ ....(۳)

∴ $لا_2 = \frac{ت_2}{خ_2}\left(\frac{لا_1 خ_1}{ت_1} + لوک_و \frac{ت_1}{ت_2}\right)$ ....(۴)

یہی نتیجہ دفعہ ۴۶ میں ایک مختصر طریقہ سے حاصل ہو چکا ہے۔

۵۷ - رینکن - کلاسیو دور کے لیے تپش ناکارگی کے نقشے اور جداول

(ضمیمہ میں دفعہ ۷۵ ا بھی ملاحظہ کیا جائے) تپش $ت_2$ پر ایک پونڈ پانی سے ابتداء کی جائے جو ت ف نقشہ پر نقطہ ا سے (شکل ۳۲) تعبیر کیا گیا ہے۔ پانی $ت_1$ تک خط ا ب کے سمت گرم کیا گیا ہے تو کسب ناکارگی

$ف گ = خ_و لوک_و \frac{ت_1}{ت_2} = لوک_و \frac{ت_1}{ت_2}$ (پانی کے لیے $خ_و$ اکائی فرض کی جائے)

اب تپش $ت_1$ پر پانی ب ج خط کی سمت میں $ت_1$ پر کی بھاپ میں تبدیل ہوتا ہے۔ کسب ناکارگی ب ج یا ک گ $\frac{خ_1}{ت_1}$ ہوگی جہاں $خ_1$ تپش $ت_1$ پر حرارت مخفی ہے۔ تب بھاپ حرناگزار طور پر ج ڈ کے سمت میں ابتدائی تپش $ت_2$ تک پھیلتی ہے، اور تب ڈ ا کے سمت میں تپش $ت_2$ پر کے پانی کی ابتدائی حالت تک تکثیف عمل میں آتی ہے۔ اثناء دور کیا ہوا کام رقبہ ا ب ج ڈ سے تعبیر ہوگا اور پہنچائی ہوئی کل حرارت کی مقدار تعبیر ہوگی رقبہ ف ا ب ج ک سے

اس لیے دور کی استعداد یہ ہے

$$\frac{\text{حرارت جو کام میں تبدیل ہوئی}}{\text{پہنچائی ہوئی حرارت}} = \frac{\text{رقبہ ا ب ج ڈ}}{\text{رقبہ ف ا ب ج ک}}$$

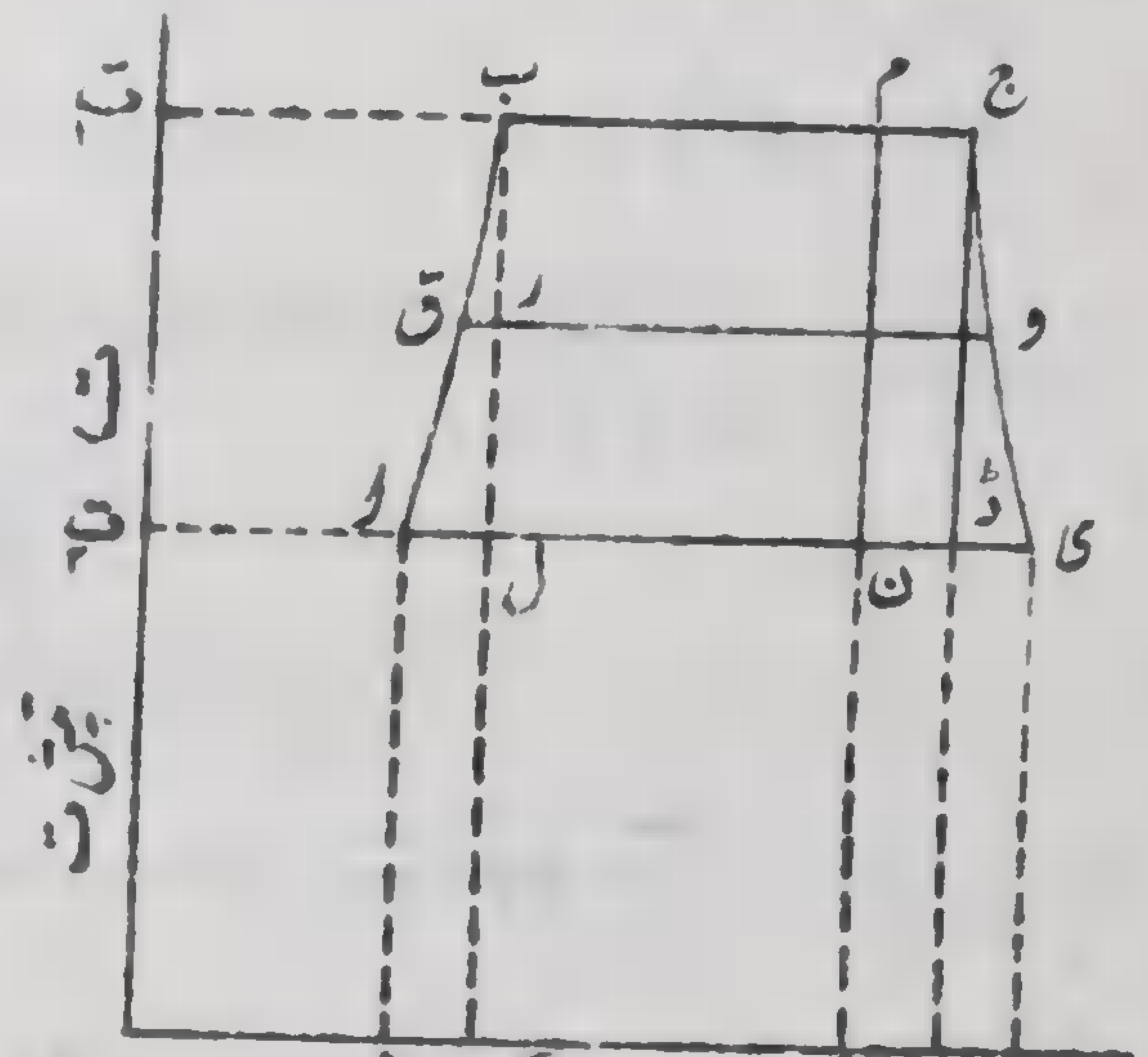
$$\text{رقبہ ا ب ج ڈ} = \text{رقبہ ف ا ب گ} - \text{رقبہ ف ر ل گ} + \text{رقبہ ل ب ج ڈ} \qquad (۴۸)$$

$$= \text{مخ}_{۱}\left(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}\right) - \text{ت}_{۲} \times \text{لوگ}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} + \frac{\text{مخ}_{۱}}{\text{ت}_{۱}} \times \left(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}\right)$$

$$\text{مخ}_{۱} = ۱ \;\text{لیکر}$$

$$= \left(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}\right)\left(۱ + \frac{\text{مخ}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}\right) - \text{ت}_{۲}\,\text{لوگ}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} \quad \cdots\cdots\cdots (۱)$$

یہی نتیجہ دفعہ ۵۵ میں حاصل ہوچکا ہے۔



ناکارگی فہ

شکل (۳۳) رینکن دور کے لئے ت فہ نقشہ

$$\text{رقبہ ف ا ب ج ک} = \text{رقبہ ف ا ب گ} + \text{رقبہ گ ب ج ک}$$

$$= \text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲} + \text{ت}_{۱} \times \frac{\text{مخ}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}$$

$$= \text{مخ}_1 + \text{ت}_1 - \text{ت}_2$$ (مثل دفعہ ۵۵ کے) ....(۲)

اس لیے استعداد یہ ہے

$$\frac{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2 \,\text{لوک}_\text{و} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}}{\text{مخ}_1 + \text{ت}_1 - \text{ت}_2}$$ ....(۳)

جو حسب ذیل بھی لکھا جا سکتا ہے

$$1 - \frac{\text{ت}_2\left(\frac{\text{مخ}_1}{\text{ت}_1} + \text{لوک}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}\right)}{\text{مخ}_1 + \text{ت}_1 - \text{ت}_2}$$ ....(۳ ا)

اگر بھاپ ابتدائً تر ہو اور خشکی کی کسر $\frac{\text{ب م}}{\text{ب ج}}$ ہو تو حرناگذار پھیلاؤ م ن کے سمت ہوگا اور فی پونڈ بھاپ کیا ہوا کام رقبہ ا ب م ن سے
(۷۹) تعبیر ہوگا، اور پہنچائی ہوئی حرارت کی کل مقدار رقبہ

ف ا ب م ح

سے تعبیر ہوگی۔

رقبہ ا ب م ن = رقبہ ف ا ب گ - رقبہ ف ا ل گ + رقبہ ل ب م ن

$$= (\text{ت}_1 - \text{ت}_2) - \text{ت}_2 \times \text{لوک}_\text{و} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{لا}\,\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)$$

$$= (\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{لا}\,\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2 \,\text{لوک}_\text{و} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}$$ (مثل دفعہ ۵۵ کے) ......(۴)

رقبہ ف ا ب م ح = رقبہ ف ا ب گ + رقبہ گ ب م ح

$$= (\text{ت}_1 - \text{ت}_2) + \text{ت}_1 \times \frac{\text{لا}\,\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}$$

$$= \text{لا}\,\text{مخ}_1 + \text{ت}_1 - \text{ت}_2$$ ....(۵)

اس لیے استعداد یہ ہے

$$\frac{(ت_۱ - ت_۲)\left(۱ + \frac{لاخ_۱}{ت_۱}\right) - ت_۲ \text{ لوک}_و \frac{ت_۱}{ت_۲}}{لاخ_۱ + ت_۱ - ت_۲} \quad \ldots\ldots (۶)$$

نقشہ سے ظاہر ہوتا ہے (شکل ۳۳) کہ رینکین کلاسیو کے دور پر کام کرنے والا انجن فی پونڈ بھاپ کارنو کے دور سے زیادہ کام کرتا ہے جو زائد کام رقبہ ا ب ل سے تعبیر ہوتا ہے۔ کام کی اس زیادہ مقدار کو کرنے کے لیے انجن کو متناسب طور پر زیادہ حرارت حاصل کرنی پڑتی ہے جو رقبہ ف ا ل گ سے تعبیر کی گئی اور اس لیے اس کی استعداد کم ہوگی یہی بات دفعہ ۳۵ میں بتلائی جا چکی ہے۔

اب اگر خشک سیر شدہ بھاپ کے لیے ج ی خط ناکارگی کھینچا جائے تو بھاپ کی خشکی کی کسر پھیلاؤ کے کسی نقطہ پر حاصل ہو سکتی ہے جیسے دفعہ ۴۶ میں ہے خشکی کی کسر پھیلاؤ کے ختم پر $\frac{ا ط}{ا ی}$ ہوگی۔

کسی دوسرے کامی سیال کے لیے جس کے مائع کی حرارت نوعی نخ ہے تو مساوات حسب ذیل ہوگی۔

$$\text{فی پونڈ کیا ہوا کام} = (ت_۱ - ت_۲)\left(نخ + \frac{مخ_۱}{ت_۱}\right) - نخ\ ت_۲ \text{ لوک}_و \frac{ت_۱}{ت_۲} \quad \ldots\ldots (۷)$$

$$\text{اور پہنچائی ہوئی حرارت} = مخ_۱ + نخ\,(ت_۱ - ت_۲) \quad \ldots\ldots (۸)$$

اس لیے استعداد یہ ہوگی

$$\frac{(ت_۱ - ت_۲)\left(نخ + \frac{مخ_۱}{ت_۱}\right) - نخ\ ت_۲ \text{ لوک}_و \frac{ت_۱}{ت_۲}}{مخ_۱ + نخ\,(ت_۱ - ت_۲)} \quad \ldots\ldots (۹)$$

کارنو کے دور پر کام کرنے والے انجن میں عملوں کی آخری منزل $ت_۲$ سے $ت_۱$ تک حرناگذار پچکاؤ ہے۔ شکل ۳۳ میں یہ خط ل ب سے تعبیر کیا گیا ہے اور

ظاہر ہے کہ جب بھاپ کی خشکی کی کسر $\frac{ا ل}{ا ی}$ ہو تو پچکاؤ شروع ہونا چاہیے۔

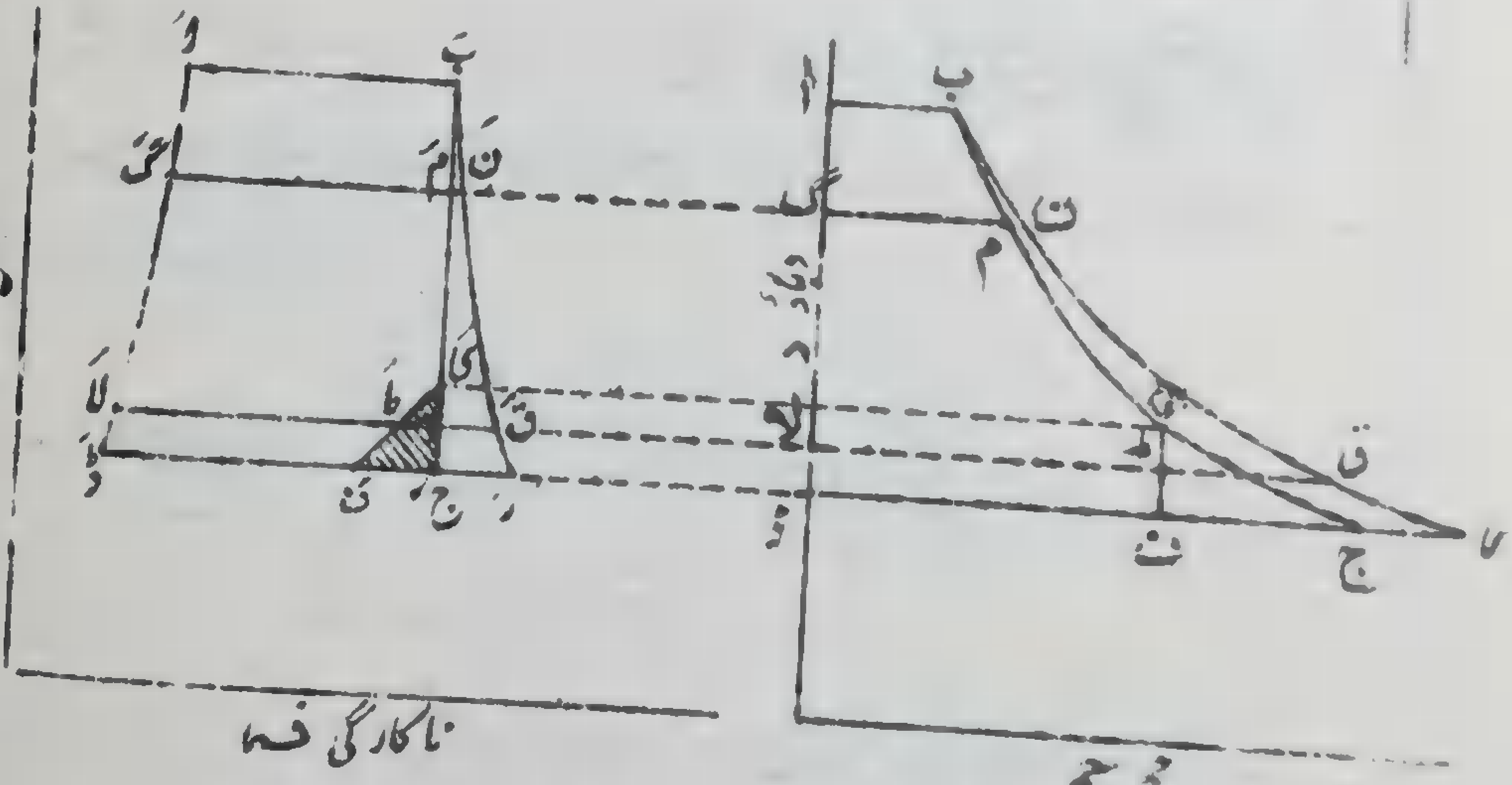
اسی طرح حرناگذار پچکاؤ کی کسی منزل " ر " پر کسر $\frac{ق ر}{ق و}$ خشکی کی کسر کو تعبیر کرتی ہے۔

(۸۰) شکل ۴۴ میں رینکن کے دور کے تپش ناکارگی اور منظہار (دحم) نقشوں کے درمیان مقابلہ کیا گیا ہے۔ منحنی ب ج حرناگذار پھیلاؤ کو تعبیر کرتا ہے اور بھاپ کی خشکی کی کسر پھیلاؤ کے کسی نقطہ پر "دحم" نقشہ پر حسب ذیل بتلائی جا سکتی ہے۔

ب سے سیر شدہ بھاپ کے لیے مب ہ منحنی د حم $^{۱۷}_{۱۶}$ = مستقل کھینچو (ملاحظہ ہو دفعہ ۷) تب پھیلاؤ منحنی کے نقطہ م پر خشکی کی کسر (پانی کا حجم نظر انداز کر دے کر) یہ ہوگی

$$لا = \frac{گ م}{گ ن}$$ اور ناکارگی کے نقشہ پر $$لا = \frac{گ م}{گ ن}$$

(چونکہ حسب دفعہ ۵۳.۱ ایک فرض کر دی گئی ہے منظہار نقشہ کی نوک قطع کی گئی ہے) تب دباؤ کا فوری تنزل ن ف مستقل حجم پر معین دباؤ کے نیچے پھیلاؤ ناغیر کفایتی ہے)



شکل (۴۴) دحم اور ناکارگی فہ نقشے رینکن دور کے لیے

عمل میں آتا ہے۔ ناکمل پھیلاؤ کی وجہ اس نقصان کو تپش ناکارگی کے نقشہ پر ظاہر کرنا ہو
تو خط ی ف پر کوئی نقطہ ط لو اور ت ف نقشہ پر نقطہ طَ اس طرح معلوم کرو کہ

$$\frac{\text{لاطَ}}{\text{لاقَ}} = \frac{\text{لاط}}{\text{لاق}}$$

۔ اگر ی اور ف کے درمیان کئی نقطوں کے لیے یہی عمل کیا جائے
تو ت ف نقشہ پر منحنی "یَ طَ فَ" حاصل ہوگا۔ اور سایہ دار رقبہ یَ طَ ف ی
اس حرارت کو تعبیر کریگا جو ناکمل پھیلاؤ کی وجہ ضائع ہوتی ہے۔

۵۸۔ پُرگرم بھاپ استعمال کرنے کا اثر

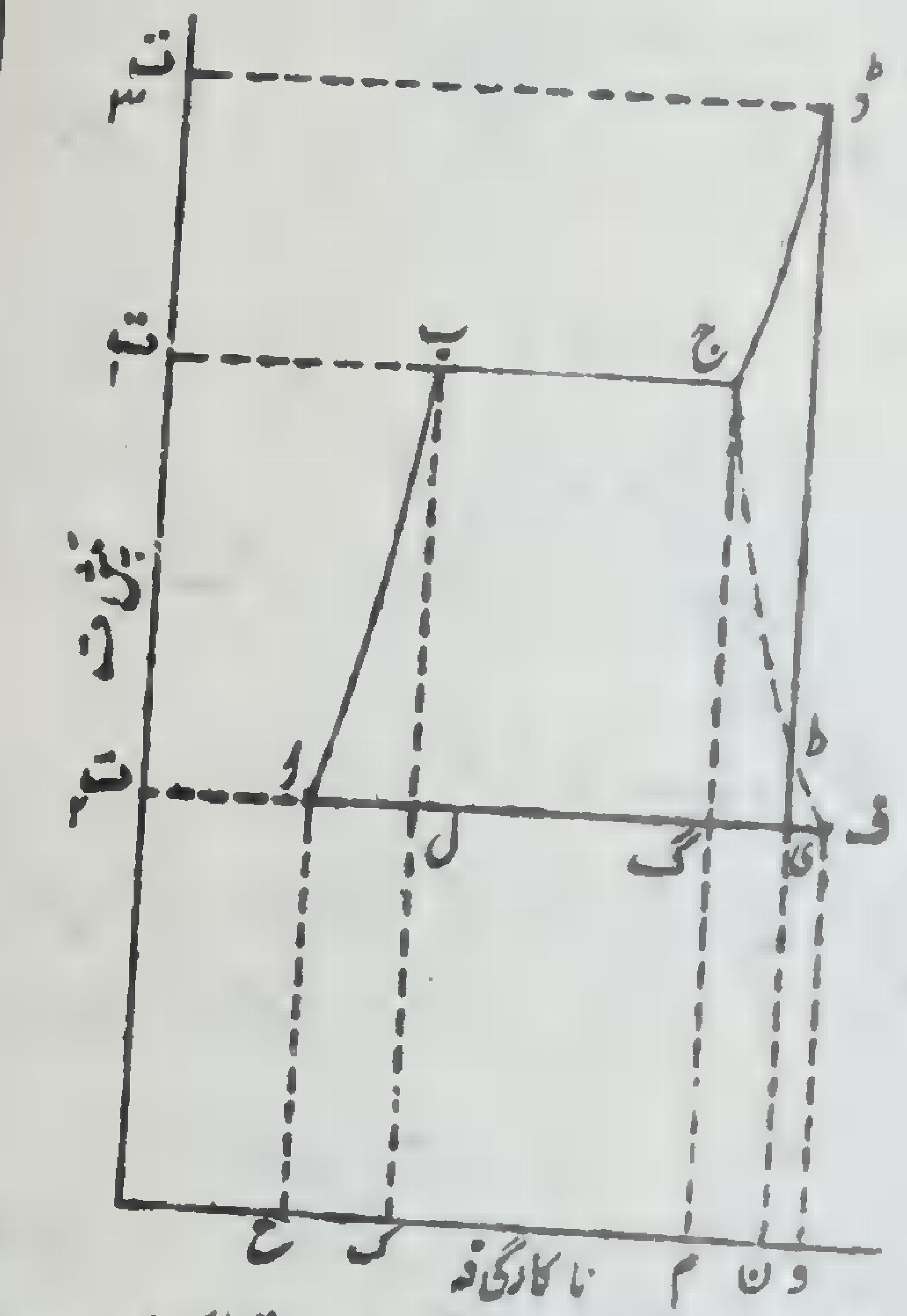
—— فرض کرو
بھاپ تپش ت۲ تک پُرگرم کی جاتی ہے۔ شکل ۳۵ میں ت ق نقشہ ظاہر کیا گیا ہے
اب حرنا گذار پھیلاؤ انتصابی خط "ڈی" سے تعبیر کیا گیا ہے اور اگر پھیلاؤ کی
نسبت کافی طور پر بڑی ہو (یا دوسرے الفاظ میں پُرگرمی کی تپش بہت بلند نہ ہو)
تو خط "ڈی" سیر شدہ بھاپ کے خط کو نقطہ ط پر قطع کریگا، جس نقطہ پر بھاپ
ابھی خشک اور سیر شدہ ہوگی۔ پھیلاؤ ی تک عمل میں آئے تو بھاپ تر
ہو جائیگی جس کی خشکی $\frac{\text{وی}}{\text{وف}}$ ہوگی۔ کل کام جو فی پونڈ پُرگرم بھاپ ہوگا رقبہ
اب ج ڈی سے تعبیر ہوتا ہے۔ پرگرمی کی وجہ کیئے ہوئے کام کی زیادتی (۸۱)
رقبہ گ ج ڈی سے تعبیر ہوتی ہے۔

اس فاضل کام کے حاصل کرنے کے لیے جو حرارت کی مزید مقدار
پہنچائی گئی وہ رقبہ م ج ڈ ن سے تعبیر ہوتی ہے
کام میں حرارت کی اس تبدیلی کی استعداد ہوگی

$$\frac{\text{رقبہ گ ج ڈ ی}}{\text{رقبہ م ج ڈ ن}}$$

جو سیر شدہ بھاپ کے استعمال کی استعداد سے زیادہ ہے۔ یعنے

$$\frac{\text{رقبہ ا ب ح گ}}{\text{رقبہ ح ا ب ج م}}$$



شکل (۳۵) رینکین دور پر بَرگرم بھاپ استعمال کرنے والے انجن کا ت فہ نقشہ

چونکہ مزید حرارت ق م ج ڈ ان بہت بلند تر تپش پر حاصل ہوتی ہے بہ نسبت اس تپش کے جس پر حرارت کا دوسرا حصہ حاصل ہوا تھا۔

رینکین کلاسیوس کے دور پر کام کرنے والے اور بَرگرم بھاپ استعمال کرنے والے انجن کی مستعملہ اداکا جبری جملہ فی پونڈ بَرگرم بھاپ کیا ہوا کل کام تعبیر ہوتا ہے رقبہ ا ب ج ڈ ی سے = رقبہ ح ا ب ک - رقبہ ح ا ل ک

+ رقبہ ل ب ج گ + رقبہ م ج ڈ ن - رقبہ م گ ی ن

$$= (\text{ت}_1 - \text{ت}_2) - \text{ت}_2 \,\text{لوگ}_\text{و} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + (\text{ت}_1 - \text{ت}_2) \times \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1}$$

$$+ \text{خ}_\text{د} (\text{ت}_3 - \text{ت}_1) - \text{خ}_\text{د} \text{ت}_2 \,\text{لوگ}_\text{و} \frac{\text{ت}_3}{\text{ت}_1}$$

$$= (\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2 \,\text{لوگ}_\text{و} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}$$

$$+ \text{خ}_\text{د} (\text{ت}_3 - \text{ت}_1) - \text{خ}_\text{د} \text{ت}_2 \,\text{لوگ}_\text{و} \frac{\text{ت}_3}{\text{ت}_1}$$

$$= (\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\right) + \text{خ}_\text{د} (\text{ت}_3 - \text{ت}_1)$$

$$- \text{ت}_2 \left(\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \text{غ}_{\text{د}}\, \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_3}{\text{ت}_1} \right) \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

پہنچائی ہوئی حرارت کی کل مقدار تعبیر ہوگی رقبہ ح و ب ج ڈ ن سے

= رقبہ ح ا ب ج م + رقبہ م ج ڈ ن

$$= \text{غ}_1 + (\text{ت}_1 - \text{ت}_2) + \text{غ}_{\text{د}} (\text{ت}_3 - \text{ت}_1) \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

اس لیے استعداد یہ ہے

$$\frac{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{غ}_1}{\text{ت}_1}\right) + \text{غ}_{\text{د}} (\text{ت}_3 - \text{ت}_1) - \text{ت}_2 \left(\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \text{غ}_{\text{د}}\, \text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_3}{\text{ت}_1} \right)}{\text{غ}_1 + \text{ت}_1 - \text{ت}_2 + \text{غ}_{\text{د}} (\text{ت}_3 - \text{ت}_1)} \ldots (3)$$

جبکہ $\text{غ}_{\text{د}}$[لہ] مستقل دباؤ کے تحت بھاپ کی حرارت نوعی ہے۔

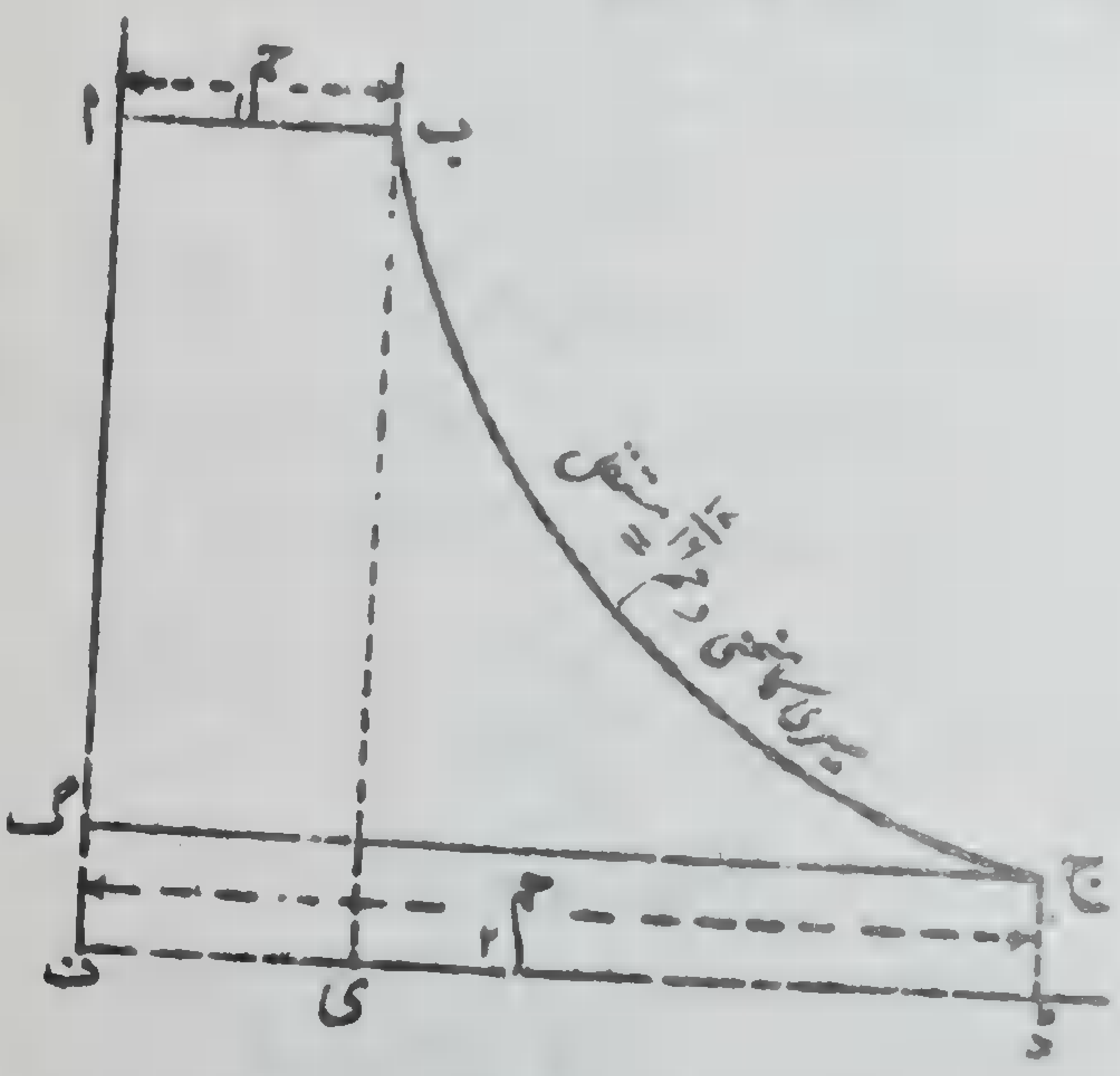
(۸۲) تپش کی وسعت کی زیادتی کی وجہ یہ استعداد کسی قدر زیادہ ہوگی بہ نسبت اس استعداد کے جبکہ سیر شدہ بھاپ استعمال ہو۔ حقیقت میں عملاً بُرگرم بھاپ کے استعمال کرنے میں حرحرکیاتی استعداد سے زیادہ کفایت ہوگی، چونکہ اس سے ابتدائی تکثیف (ملاحظہ ہو باب پانچواں) رک جاتی ہے۔ تپش کی وسعت کی زیادتی سے (حقیقی انجن میں) استعداد کی متناظر ترقی نہیں ہوتی چونکہ حرارت کا زیادہ حصہ سیری کی تپش پر پہنچایا جاتا ہے، اور چونکہ کام میں حرارت کی تبدیلی اس تپش پر منحصر ہوتی ہے جس پر کہ وہ حاصل کی گئی ہو۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ ابتدا میں حرارت کی بہت تھوڑی مقدار پہنچا کر تپش کی وسعت میں زیادتی کرنے سے حرحرکیاتی استعداد میں فی الحقیقت کوئی ترقی نہ ہوگی۔

۱۵۸۔ بھاپ کو دوبارہ گرم کرنا (ملاحظہ ہو ضمیمہ)۔

لہ۔ لیکن چونکہ $\text{غ}_{\text{د}}$ (ملاحظہ ہو دفعہ ۳۷) حقیقت میں تپش کے ساتھ متغیر ہوتا ہے اس لئے یہ بہتر ہوگا کہ بُرگرم بھاپ کے لئے کیے ہوئے کام اور استعداد کو محسوب کرنے کے لیے حاملہ حرارت ناکارگی نقشہ یا وسیع ناکارگی جداول سے مدد لی جائے جیسا کہ ضمیمہ دفعہ ۱۵ا میں سمجھایا گیا ہے۔

۵۹- انجن جس میں پھیلاؤ کے دوران میں بھاپ خشک اور سیر شدہ رکھی جاتی ہے۔

عملاً یہ جزوی طور پر بھاپ استوانہ پر بھاپ پیرہن لگا کر حاصل کیا جاتا ہے۔ بھاپ پیرہن بھاپ کو کبھی پر گرم ہونے دیگا، بھاپ کو خشک رکھیگا اور تکثیف کو روکیگا۔ پھیلاؤ منحنی یعنے سیر کی منحنی تقریباً کلیہ د حم$^{\frac{17}{16}}$ = مستقل کی اتباع کرتا ہے۔



شکل ۳۶- انجن کا د حم نقشہ جبکہ پھیلاؤ کے دوران میں بھاپ خشک اور سیر شدہ رکھی جائے

شکل ۳۶ نظری منظہار نقشہ کو ظاہر کرتی ہے جس سے ہم معلوم کرتے ہیں کہ

داخلے کے دوران میں کیا ہوا کام = رقبہ ا ب ی ف = د$_1$ حم$_1$ ......(۱)

حم$_1$ سے حم$_2$ تک پھیلاؤ کے دوران میں کیا ہوا کام

$$= \text{رقبہ ب ج ڈ ی} = \frac{\text{د}_1\text{حم}_1 - \text{د}_2\text{حم}_2}{1 - \frac{17}{16}} = 16(\text{د}_1\text{حم}_1 - \text{د}_2\text{حم}_2) \text{ ....(2)}$$

اخراج کے دوران میں کام جو صرف ہوا

(۸۲) (۳) .... $\text{د}_2\,\text{حم}_2$ = رقبہ گ ج ڈ ف =

$\text{د}_2\,\text{حم}_2$ − ($\text{د}_2\,\text{حم}_2$ − $\text{د}_1\,\text{حم}_1$) ۱۴۴ + $\text{د}_1\,\text{حم}_1$ = ∴ بھاپ کا خالص کیا ہوا کام

(۴) ....($\text{د}_2\,\text{حم}_2$ − $\text{د}_1\,\text{حم}_1$) ۱۴۴ =

پھر،

(۵) .... ح_2 − ح_1 = جوشارہ سے حاصل کی ہوئی حرارت

(۶) .... ح_2 − ح_2 = مکثفہ میں خارج کی ہوئی حرارت

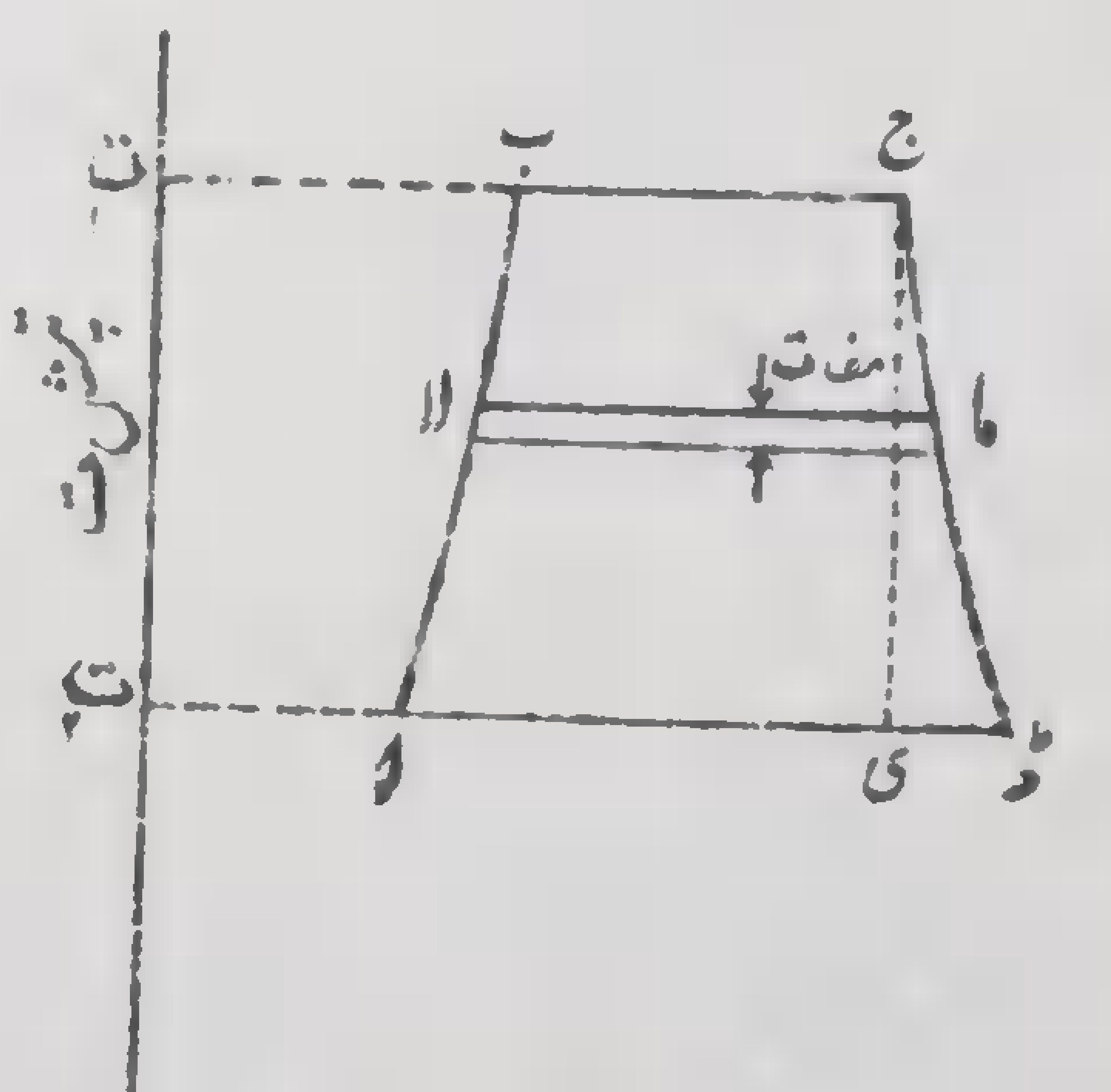
فرض کرو $\text{ح}_{\text{ج}}$ = بھاپ پیرہن کی پہنچائی ہوئی حرارت

تب جو(ح_1 − ح_2 + $\text{ح}_{\text{ج}}$) = ۱۴۴ ($\text{د}_1\,\text{حم}_1$ − $\text{د}_2\,\text{حم}_2$)

(۷) ....(ح_1 − ح_2) − $\dfrac{144(\text{د}_1\text{حم}_1 - \text{د}_2\text{حم}_2)}{\text{جو}}$ = $\text{ح}_{\text{ج}}$ یا

(۸) .... $\dfrac{144(\text{د}_1\text{حم}_1 - \text{د}_2\text{حم}_2)}{\text{جو}(\text{ح}_1 - \text{ح}_2 + \text{ح}_{\text{ج}})}$ اور استعداد یہ ہے

بھاپ پیرہن کے اس اثر پر غور کرنے کا ایک اور طریقہ حسب ذیل ہے، تپش ناکارگی کا نقشہ تصوری حالت کے لیے شکل (۳۷) میں بتلایا گیا ہے جہاں رینکن کے دور پر حرنا گداز ج ی کے بجائے پھیلاؤ سیری کے منحنی ج ڈ کے سمت ہوگا۔ لہذا رقبہ ج ی ڈ پیرہن کے ذریعہ پہنچائی ہوئی حرارت کے کیے ہوئے زائد کام کو تعبیر کرتا ہے۔



شکل ۳۷۔ انجن کا ت ف (ناکارگی فہ) نقشہ جبکہ پھیلاؤ کے دوران میں بھاپ خشک اور سیر شدہ رکھی جائے۔

پیرہن کے ذریعہ پہنچائی ہوئی حرارت اور دور کی

استعداد — نقشہ کے ایک عنصر لاما پر غور کرو جس کی اونچائی فرت ہے۔ اس پٹی کا رقبہ تپش کے چھوٹے تغیر فرت سے کیے ہوئے کام مف ک کو تعبیر کرتا ہے۔

فرض کرو ک = اثنائے دور کیا ہوا کام

$$\text{تب مف ک} = \frac{\text{مخ}}{\text{ت}}\ \text{فرت}$$

$$\therefore\quad \text{ک} = \int_{\text{ت}_2}^{\text{ت}_1} \frac{\text{مخ}}{\text{ت}}\ \text{فرت}$$

$$\text{اب}\quad \text{مخ} = \text{ا} - \text{ب ت}\ \text{تقریباً (دفعہ ۳۵)}$$

$$\therefore\quad \text{ک} = \int_{\text{ت}_2}^{\text{ت}_1} \frac{\text{ا} - \text{ب ت}}{\text{ت}}\ \text{فرت}$$

$$= \text{ا} \int_{\text{ت}_2}^{\text{ت}_1} \frac{\text{فرت}}{\text{ت}} - \text{ب} \int_{\text{ت}_2}^{\text{ت}_1} \text{فرت}$$

$$\therefore\quad \text{ک} = \text{ا لوگ}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} - \text{ب} (\text{ت}_1 - \text{ت}_2) \quad \ldots\ldots (9)$$

(۸۴) فرض کرو ح_1 = تپش ت_1 پر پہنچائی ہوئی حرارت

$\text{ح}_{\text{ج}}$ = پیرہن کے ذریعہ " " "

ح_2 = مطلق تپش ت_2 پر خارج کی ہوئی حرارت

ح_1 = تپش ت_1 پر ظاہری حرارت

ح_2 = " ت_2 " " "

$$\text{تب}\quad \text{ک} = \text{ح}_1 + \text{ح}_{\text{ج}} - \text{ح}_2 \quad \ldots\ldots (10)$$

$$\therefore \text{ح}_{\text{ج}} = \text{ک} + \text{ح}_{۲} - \text{ح}_{۱}$$

$$= \text{ک} + (\text{مخ}_{۲} + \text{ح}_{۲}) - (\text{مخ}_{۱} + \text{ح}_{۱})$$

$$= \text{ک} + (\text{ح}_{۲} - \text{ح}_{۱}) + \text{مخ}_{۲} - \text{مخ}_{۱}$$

ک، $\text{مخ}_{۲}$ اور $\text{مخ}_{۱}$ کے لیے مندرج کرنے سے

$$\text{ح}_{\text{ج}} = \text{ا لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} - \text{ب}(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) + (\text{ح}_{۲} - \text{ح}_{۱})$$

$$+ (\text{ا} - \text{ب ت}_{۲}) - (\text{ا} - \text{ب ت}_{۱})$$

$$= \text{ا لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} - \text{ب}(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) + (\text{ح}_{۲} - \text{ح}_{۱}) + \text{ب}(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲})$$

$$\therefore \text{ح}_{\text{ج}} = \text{ا لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} + (\text{ح}_{۲} - \text{ح}_{۱})$$

$$\therefore \text{ح}_{\text{ج}} = \text{ا لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} - (\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) \quad \ldots\ldots (۱۱)$$

اخراج کی حسی حرارت $\text{ح}_{۲}$ کو قابل واپسی تصور کر کے ہم لکھ سکتے ہیں کہ

پہنچائی ہوئی خالص حرارت $= \text{ح}_{۱} + \text{ح}_{\text{ج}} - \text{ح}_{۲}$

$$= \text{مخ}_{۱} + \text{ح}_{۱} - \text{ح}_{۲} + \text{ح}_{\text{ج}}$$

$$= \text{مخ}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲} + \text{ح}_{\text{ج}} \quad \ldots\ldots (۱۲)$$

(۱۲) میں $\text{ح}_{\text{ج}}$ کے لیے مندرج کرنے سے

پہنچائی ہوئی خالص حرارت $= \text{مخ}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲} + \text{ا لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} - (\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲})$

$$= \text{مخ}_{۱} + \text{ا لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} \quad \ldots\ldots (۱۳)$$

$$\therefore \text{استعداد} = \frac{\text{ک}}{\text{ح}_{۱} + \text{ح}_{\text{ج}} - \text{ح}_{۲}}$$

= (ا لوگ‌و (ت₁/ت₂) − ب (ت₁ − ت₂)) / (حٓ₁ + ا لوگ‌و (ت₁/ت₂)) .... (۱۴)

مستقلوں "ا" اور "ب" کی قیمتیں (۹) میں ا = ۱۴۳۷ اور ب = ۰٫۷ ہیں جبکہ فرنہیٹ اکائیاں استعمال ہوں اور اگر ہٹی اکائیاں مستعمل ہوں تو ا = ۷۹٦ اور ب = ۰٫۷۔

مثال (۱) ایک بھاپ انجن سیر شدہ بھاپ استعمال کرنے والا بغیر پھیلنے کے کام کرتا ہے۔ ابتدائی دباؤ ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے (ت = ۳۲۷٫٦°ف) اور آخری دباؤ ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۲۱۳°ف) ہے تو استعداد دریافت کرو۔ بھاپ کا حجم نوعی ۱۰۰ پونڈ کے تحت ۴٫۳۴ مکعب فٹ ہے اور ایک پونڈ پانی کا حجم ۰٫۰۱٦ مکعب فٹ۔

دفعہ ۴۵ مساوات (۵) کی رو سے (۸۵)

استعداد = (د₁ − د₂)(حم_ب − حم_پ) / ج (ح₁ − ح₂)

جدولوں سے

ح₁ = ۱۱۸٦٫۳ ب۔ح۔ا

اور ح₂ = ۱۸۱ ب۔ح۔ا

∴ استعداد = ۱۴۴ (۱۰۰ − ۱۵) (۴٫۳۴ − ۰٫۰۱٦) / ۷۷۸ × (۱۱۸٦٫۳ − ۱۸۱)

= ۴٫۳۲۴ × ۸۵ × ۱۴۴ / ۷۷۸ × ۱۰۰۵ = ۰٫۰٦۸ یا ٦٫۸ فیصد

نوٹ۔ واضح ہو کہ کارنو کی استعداد تپش کی مساوی حدود میں کام کرنے سے

(۳۲۷٫٦ − ۲۱۳) / (۳۲۷٫٦ + ۴٦۱)

= ۱۱۴٫٦ / ۷۸۸٫٦ = ۰٫۱۴۵ یا ۱۴٫۵ فیصد ہوگی۔

مثال (۲) اگر ایک بھاپ انجن مثال (۱) میں کے دباؤں کے درمیان کام کرتا ہے لیکن نکمل حرناگذار پھیلاؤ کے ساتھ یعنے رنیکن کے دور پر تو فراغ کو نظر انداز کر کے اس کی استعداد دریافت کرو۔

پھیلاؤ کا کلیہ $\text{د حم}^{\text{۱٫۱۳۵}} = \text{مستقل ہے۔}$

دفعہ (۵۳) مساوات (۷) کی رُو سے

$$\text{استعداد} = \frac{\frac{\text{ن}}{\text{ن}-\text{۱}}\left(\text{د}_{\text{۱}}\text{حم}_{\text{۱}} - \text{د}_{\text{۲}}\,\text{ب}\,\text{حم}_{\text{۱}}\right) - \left(\text{د}_{\text{۱}} - \text{د}_{\text{۲}}\right)\text{حم}_{\text{پ}}}{\text{جو}\left(\text{ح}_{\text{۱}} - \text{ح}_{\text{۲}}\right)}$$

پھیلاؤ کی نسبت "ب" معلوم کرنے کے لیے

$$\text{چونکہ}\quad \text{د}_{\text{۱}}\text{حم}_{\text{۱}}^{\text{۱٫۱۳۵}} = \text{د}_{\text{۲}}\text{حم}_{\text{۲}}^{\text{۱٫۱۳۵}}$$

$$\therefore\quad \frac{\text{د}_{\text{۱}}}{\text{د}_{\text{۲}}} = \left(\frac{\text{حم}_{\text{۲}}}{\text{حم}_{\text{۱}}}\right)^{\text{۱٫۱۳۵}} = \text{ب}^{\text{۱٫۱۳۵}}$$

$$\therefore\quad \text{۱٫۱۳۵ لوک ب} = \text{لوک ۱۰۰} - \text{لوک ۱۵}$$

$$= \text{۲٫۰۰۰} - \text{۱٫۱۷۶۱} = \text{۰٫۸۲۳۹}$$

$$\therefore\quad \text{لوک ب} = \frac{\text{۰٫۸۲۳۹}}{\text{۱٫۱۳۵}} = \text{۰٫۷۲۵۹}$$

$$\therefore\quad \text{ب} = \text{۵٫۳۲}$$

$\therefore$ استعداد

$$= \frac{\frac{\text{۱٫۱۳۵}}{\text{۰٫۱۳۵}}\left(\text{۱۰۰}\times\text{۱۴۴}\times\text{۴٫۳۴} - \text{۱۵}\times\text{۱۴۴}\times\text{۵٫۳۲}\times\text{۴٫۳۴}\right) - \left(\text{۱۰۰} - \text{۱۵}\right)\text{۱۴۴}\times\text{۰٫۰۱۶}}{\text{۷۷۸}\times\left(\text{۱۱۸۶٫۳} - \text{۱۸۱}\right)}$$

$$= \frac{\text{۱۰۴۶۹۰}}{\text{۱۰۰۵}\times\text{۷۷۸}}$$

$$= \text{۰٫۱۳۵ یا ۱۳٫۵ فیصد}$$

یہ جز بالا رینکین کی استعداد کے جملہ سے جانچا جا سکتا ہے (دفعہ ۵۵ مساوات ۳)

$$\text{استعداد} = \frac{(ت_1 - ت_2)\left(1 + \frac{خ_1}{ت_1}\right) - ت_2 \, لوک_{ق} \frac{ت_1}{ت_2}}{خ_1 + ت_1 - ت_2}$$

اب جدولوں سے (۸۶)

$$خ_1 = ۸۸۸٫۰ \text{ ب ح ا}$$

$$ت_1 = ۳۲۷٫۸ + ۴۶۱ = ۷۸۸٫۸^\circ$$

$$ت_2 = ۲۱۳ + ۴۶۱ = ۶۷۴^\circ$$

$$خ_1 + ت_1 - ت_2 = ۸۸۸ + ۱۱۴٫۸ = ۱۰۰۳$$

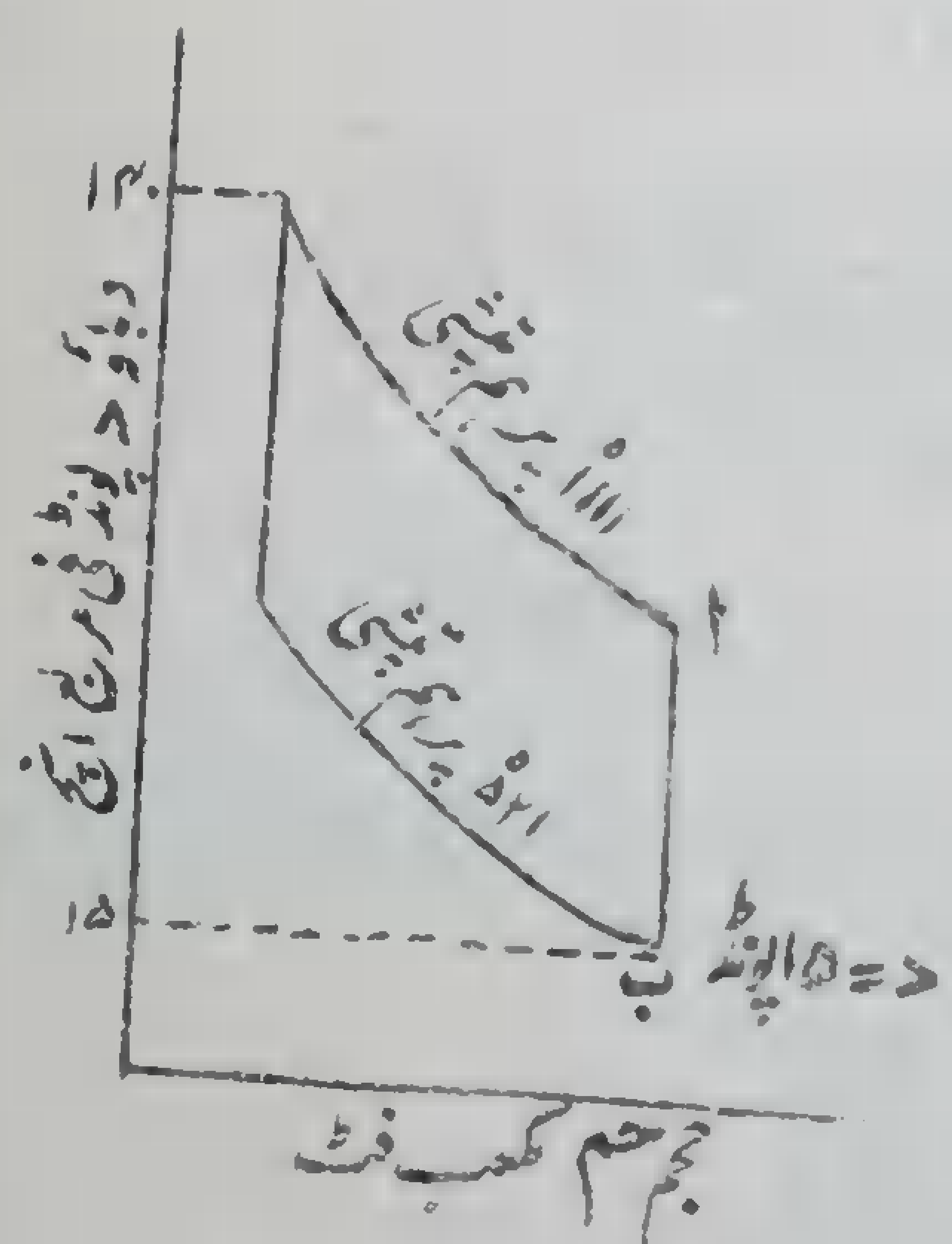
(مقابلہ کرو ۱۰۰۵ ب ح ا سے جو $ح_1 - ح_2$ ب ح ا سے حاصل ہوتا ہے)

ان قیمتوں کو مندرج کرنے سے

$$\text{استعداد} = \frac{۱۱۴٫۸\left(1 + \frac{۸۸۸}{۷۸۸٫۸}\right) - ۶۷۴ \times ۲٫۳۰۳ \times لوک_{۱۰} \frac{۷۸۸٫۸}{۶۷۴}}{۱۰۰۳}$$

$$= \frac{۱۳۷٫۸}{۱۰۰۳} = ۰٫۱۳۷ \text{ یا } ۱۳٫۷ \text{ فیصد}$$

اس مثال کا ایک بہتر حل ناکارگی جدول کے استعمال سے ضمیمہ میں دفعہ ۲۵۱ کے آخر میں دیا گیا ہے۔



شکل ۴۸

مثال (۳) ایک اسٹرلنگ انجن میں جس سے ایک کامل تکریری کمون لگا ہوا ہو اعظم دباؤ ۱۴۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے اور اقل دباؤ ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق۔ بلند تر اور کمتر تپشیں ۶۵۰° ف اور ۶۰° ف۔ ایک کامل متعاکس انجن

انہیں دباؤں کے حدود کے درمیان خشک اور سیر شدہ بھاپ استعمال کرتا ہے۔ ان کی استعدادوں کا مقابلہ کرو؛ اور اگر فشارہ کی رفتار اور ضرب دونوں انجنوں میں یکساں ہوں تو مساوی طاقت کے لیے استوانوں کے قطر دریافت کرو۔

سیری کی تپش ۱۴۰ پونڈ مطلق پر ۳۵۲٫۸° ف دی گئی اور ۱۵ پونڈ مطلق پر ۲۱۳° ف اور ۱۵ پونڈ مطلق پر حجم نوعی ۲۵٫۸۵

اسٹرلنگ انجن —

$$\text{استعداد} = \frac{۶۵۰ - ۶۰}{۶۵۰ + ۴۶۱} = \frac{۵۹۰}{۱۱۱۱}$$

$= ۰٫۵۳۱$ یا ۵۳٫۱ فیصد

بھاپ انجن —

$$\text{استعداد} = \frac{۳۵۲٫۸ - ۲۱۳}{۳۵۲٫۸ + ۴۶۱} = \frac{۱۳۹٫۸}{۸۱۳٫۸}$$

$= ۰٫۱۷۱$ یا ۱۷٫۱ فیصد

چونکہ فشارہ کی رفتاریں اور ضرب یکساں ہیں اس لیے مساوی طاقت کے لیے استوانوں کے رقبوں کی نسبت اوسط اثری دباؤں کی نسبت کے بالعکس ہوگی۔

اوسط اثری دباؤ ($د_ی$) معلوم کرنے کے لیے

اسٹرلنگ انجن = $ت_۱ = ۱۱۱۱°$ اور $ت_۲ = ۵۲۱°$

شکل ۳۸ میں مظہار نقشہ بتلایا گیا ہے۔

فرض کرو $د_۱$ = پھیلاؤ کے ختم پر ۱ پر کا دباؤ (۸۷)

$$\text{تب}\quad د_۱ = د_ب \times \frac{۱۱۱۱}{۵۲۱} = ۱۵ \times \frac{۱۱۱۱}{۵۲۱}$$

$= ۳۱٫۹۸$ (تقریباً ۳۲ پونڈ فی مربع انچ)

اب $د_۱ حم_۱ = د_۲ حم_۲$

$$\therefore \frac{حم_۲}{حم_۱} = ب = \frac{د_۱}{د_۲} = \frac{۱۴۰}{۳۲} = ۴٫۳۷$$

$$\therefore \text{ش} = \frac{\text{نقشہ کا رقبہ}}{\text{نقشہ کی لانبائی}} = \frac{\text{د}_1 \text{حم}_1 \text{ لوک}_{\text{و}} \text{ب} - \text{د}_2 \text{حم}_2 \text{ لوک}_{\text{و}} \text{ب}}{\text{حم}_2 - \text{حم}_1}$$

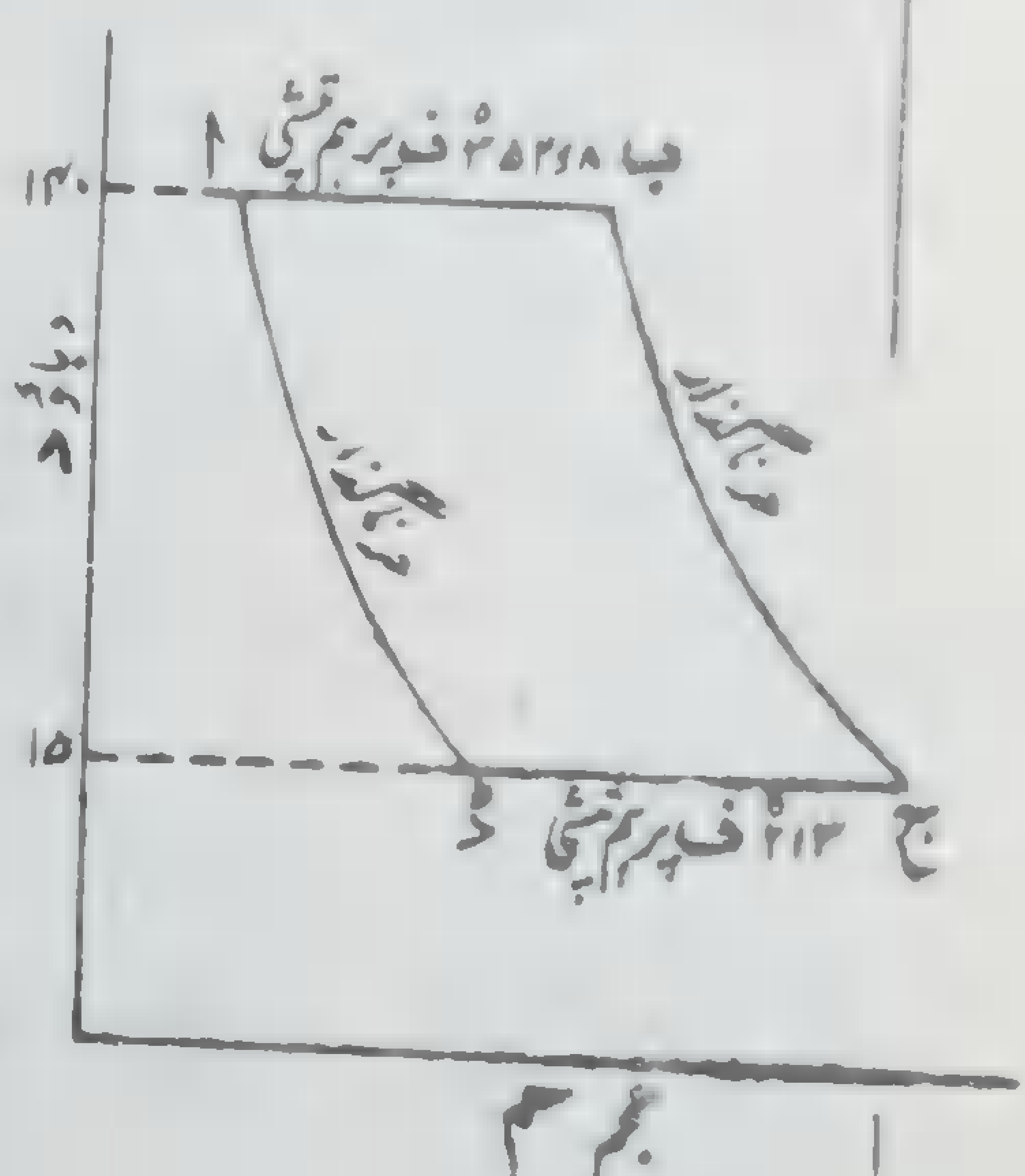
$$= \frac{۱۴۰\,\text{حم}_1 \text{ لوک}_{\text{و}} \text{ب} - ۱۵ \times ۴٫۳۷\,\text{حم}_1 \text{ لوک}_{\text{و}} \text{ب}}{\text{حم}_2 - \text{حم}_1}$$

$$= \frac{\text{حم}_1 (۱۴۰ - ۱۵ \times ۴٫۳۷) \text{ لوک}_{\text{و}}\, ۴٫۳۷}{۴٫۳۷\,\text{حم}_1 - \text{حم}_1}$$

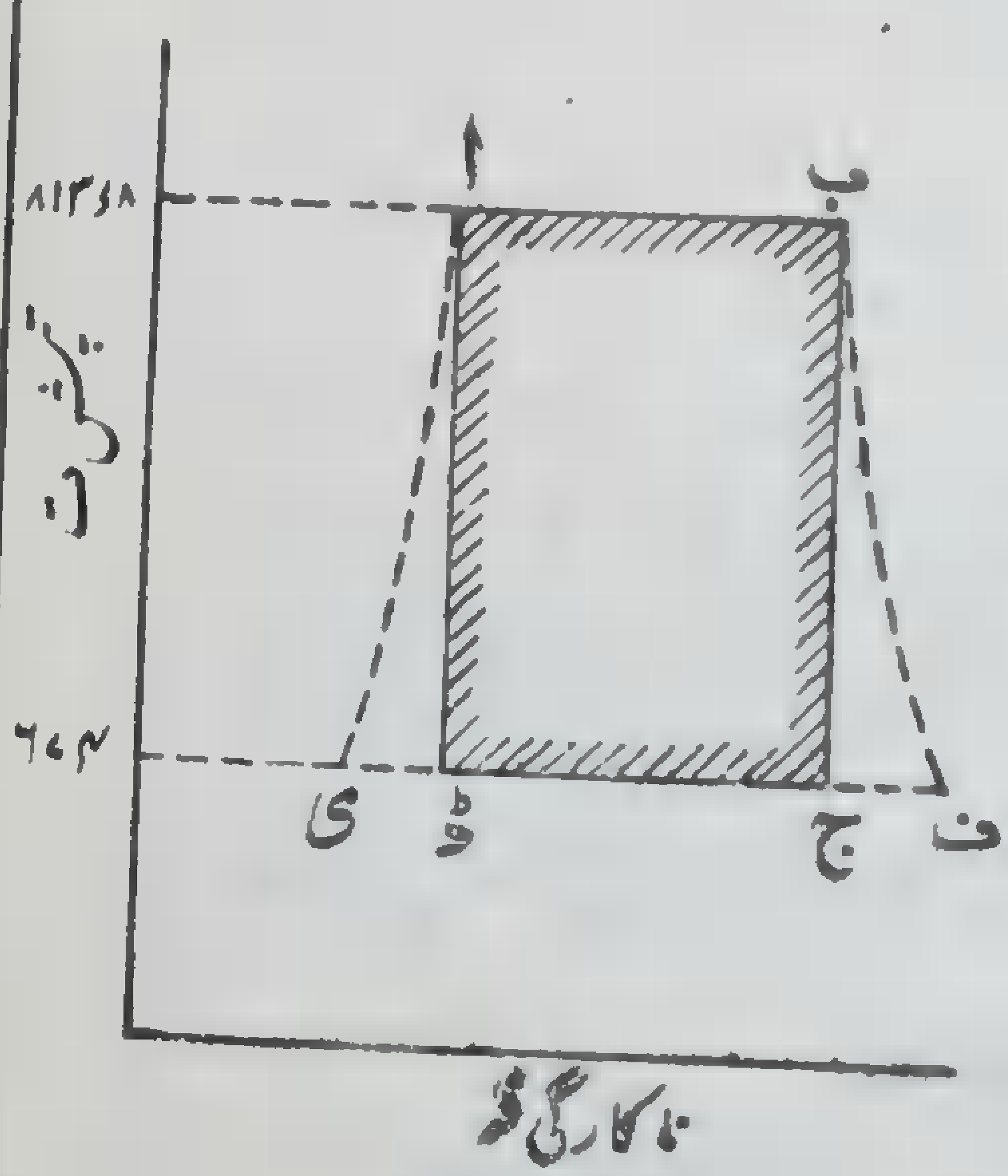
$$\therefore \text{ش} = \frac{۱۴۰ - ۶۵٫۵۵}{۳٫۳۷} \times ۲٫۳۰۳ \times ۰٫۶۴۰۵$$

$$= \frac{۰٫۶۴۰۵ \times ۲٫۳۰۳ \times ۷۴٫۴۵}{۳٫۳۷} = \frac{۱۰۹٫۸۱۸}{۳٫۳۷}$$

= ۳۲٫۵۸ پونڈ فی مربع انچ



شکل ۳۹



شکل ۴۰

بھاپ انجن۔

ت۱ = ۸۱۳٫۸° اور ت۲ = ۶۷۴°

مظہار نقشہ شکل ۳۹ میں اور ت ف نقشہ شکل ۴۰ میں بتلائے گئے ہیں

نقشہ کی لانبائی حرناگذار پھیلاؤ کے بعد نقطہ ج پر کے حجم کے مساوی ہوگی۔

فرض کرو لا۲ = پھیلاؤ کے بعد خشکی کی کسر۔

تب نقشہ کی لانبائی = ۲۵٫۸۵ × لا۲

لا۲ معلوم کرنے کے لیے۔

حرناگذار پھیلاؤ کے لیے ذیل کی مساوات ہے

لا۲ = (ت۲ / مخ۲) (مخ۱ / ت۱ + لوک‌ی (ت۱ / ت۲))

مخ۱ = ۱۱۱۴ − ۳۵۲٫۸ × ۰٫۷ = ۱۱۱۴ − ۲۴۶٫۹۶

= ۸۶۷٫۰۴ ب-ح-ا

مخ۲ = ۱۱۱۴ − ۲۱۳ × ۰٫۷ = ۱۱۱۴ − ۱۴۹٫۱ = ۹۶۴٫۹ ب-ح-ا

∴ لا۲ = (۶۷۴ / ۹۶۴٫۹) (۸۶۷٫۰۴ / ۸۱۳٫۸ + ۲٫۳۰۳ × لوک۱۰ (۸۱۳٫۸ / ۶۷۴)) (۸۸)

= (۶۷۴ / ۹۶۴٫۹) {۸۶۷٫۰۴ / ۸۱۳٫۸ + ۲٫۳۰۳ (۲٫۹۱۰۵ − ۲٫۸۲۸۷)}

= (۶۷۴ / ۹۶۴٫۹) (۱٫۰۶۵ + ۰٫۱۸۸) = (۶۷۴ × ۱٫۲۵۳) / ۹۶۴٫۹

= ۰٫۸۶۶

ت ف نقشہ سے بھی راست لا۲ معلوم ہوسکتا ہے یعنے

لا۲ = ی ج / ی ف (شکل ۴۰) ∴ پانی کے حجم کو نظرانداز کردینے سے

پھیلاؤ کے بعد حجم ۲۵٫۸۵ × ۰٫۸۶۶ = ۲۲٫۳۸ مکعب فٹ ہوگا۔

کیا ہوا کام = ت ف نقشہ ا ب ج ڈ کا رقبہ

= ۷۷۸/۱۴۴ (۶۷۴ − ۸۱۳٫۸) × ۸۶۷٫۰۴/۸۱۳٫۳ فٹ پونڈ

∴ ش = (۸۶۷٫۰۴/۸۱۳٫۸ × ۱۳۹٫۸ × ۷۷۸) / (۱۴۴ × ۲۲٫۳۸)

= (۱٫۰۶۵ × ۱۳۹٫۸ × ۷۷۸) / (۱۴۴ × ۲۲٫۳۸)

= ۳۵٫۹۶ پونڈ فی مربع انچ مطلق

لہذا اسٹرلنگ کا رقبہ / بھاپ کا رقبہ = ۳۵٫۹۶/۳۲٫۵۸ = ۱٫۱۰۴/۱

∴ اسٹرلنگ کا قطر / بھاپ کا قطر = √۱٫۱۰۴ = ۱٫۰۵/۱

مثال (۴) ایک انجن پر بھاپ پیرہن اس طرح لگا ہوا ہے کہ پھیلاؤ کے پورے دوران میں بھاپ خشک اور سیر شدہ رہتی ہے۔ اگر ابتدائی دباؤ کی تپش ۴۰۰° ف ہو اور آخری عقبی دباؤ کی تپش ۱۲۶° ف ہو تو پیرہن کے ذریعہ پہنچائی ہوئی حرارت فی پونڈ بھاپ اور انجن کی استعداد دریافت کرو۔

ت۱ = ۴۰۰ + ۴۶۱ = ۸۶۱

ت۲ = ۱۲۶ + ۴۶۱ = ۵۸۷

ح ج = ۱۴۳۷ لوگ ت۱/ت۲ − (ت۱ − ت۲) {دفعہ ۵۹ مساوات (۱۱)}

= ۱۴۳۷ × ۲٫۳۰۳ (۲٫۹۳۵۰ − ۲٫۷۶۸۶) − (۸۶۱ − ۵۸۷)

= ۵۵۰٫۷ − ۲۷۴

∴ ح ج = ۲۷۶٫۷ ب-ح-ا

دفعہ ۵۹ مساوات (۱۴) کی رو سے استعداد

$$= \frac{\text{ر لوک}_{و}\frac{ت_{۱}}{ت_{۲}} - ب(ت_{۱} - ت_{۲})}{ح_{۱} + \text{ر لوک}_{و}\frac{ت_{۱}}{ت_{۲}}}$$

اب $ح_{۱} = ۱۱۱۴ - ۰٫۷ \times ۴۰۰ = ۱۱۱۴ - ۲۸۰ = ۸۳۴$ ب-ح-ا

مندرج کرنے سے

$$\text{استعداد} = \frac{۲۷۴ \times ۰٫۷ - ۵۵۰٫۷}{۵۵۰٫۷ + ۸۳۴} = \frac{۱۹۱٫۸ - ۵۵۰٫۷}{۵۵۰٫۷ + ۸۳۴}$$

$$= \frac{۳۵۸٫۹}{۱۳۸۴٫۷} = ۰٫۲۵۹ \text{ یا } ۲۵٫۹ \text{ فیصد}$$

(۸۹) ۶۰ - بازتکوینی بھاپ انجن - بھاپ کا بہنا یا رسنا[1]

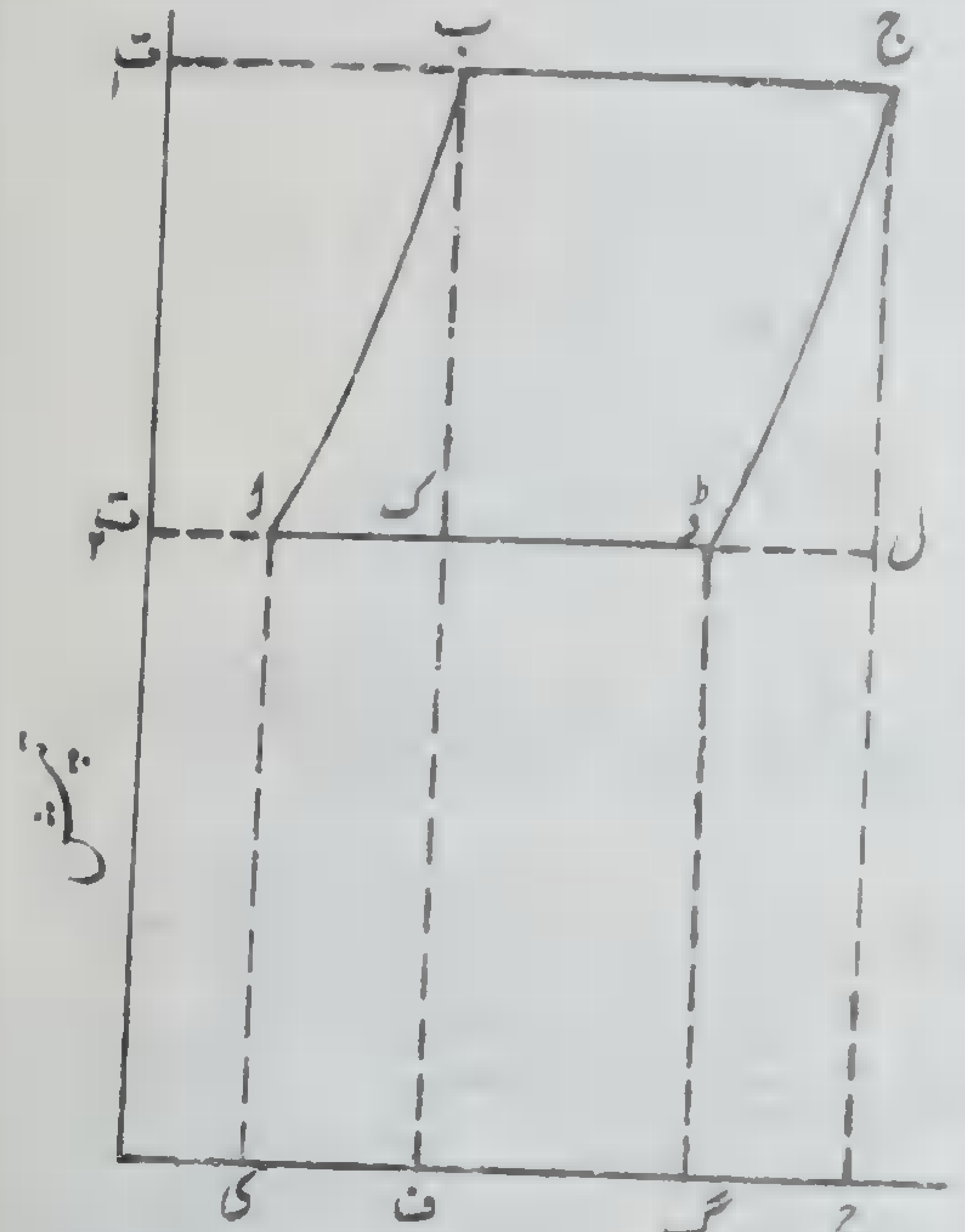
دفعہ ۵۷ میں یہ بتلایا جا چکا ہے کہ رنکین کے دور کی استعداد کارنو کے متعاکس دور کی تصوری استعداد $\frac{ت_{۱} - ت_{۲}}{ت_{۱}}$ سے ہمیشہ کم ہوتی ہے اگرچہ بھاپ انجن کے دور کی استعداد میں کامل متعاکس حرارتی انجن کی تصوری قیمت کے قریب تک ترقی دی جا سکتی ہے۔ بازتکوینی بھرن گرمانے کا اصول بالکل اسی اصول کی مطابقت کرتا ہے جس کو ڈاکٹر اسٹرلنگ نے وضع کیا تھا اور جو دفعہ ۲۷ میں بیان کیا گیا ہے۔ دورانِ پھیلاؤ ایک یا زیادہ منزلوں میں کامی بھاپ سے بھرن پانی جوشارہ میں جاتے ہوئے حرارت حاصل کرتا ہے۔ تصوری صورت میں منزلوں کی تعداد لامتناہی ہوگی اور بھرن پانی جوشارہ کی بھاپ کی تپش پر جوشارہ میں داخل ہوگا۔ تپش ناکارگی کا نقشہ وہی ہوگا جو کامل تحریری مکون کے ساتھ اسٹرلنگ کے دور کا ہے (شکل ۸)۔ یہ دور

---

[1] - مولیر نقشہ یا ناکارگی جدول کی مدد سے محسوب کرنے کے متبادل طریقے ضمیمہ کے دفعہ ۶۰ ا میں دیئے گیے ہیں۔

کئی منزل والی بھاپ ٹربین میں لگی جس کے ہر منزل میں بھاپ بہتی ہو حاصل کیا جا سکتا ہے۔

تصوری باز تکوینی بھاپ انجن کے دور کا مکمل تپش ۔ ناکارگی کا نقشہ شکل ۴۱ میں بتلایا گیا ہے۔ ت۲ سے ت۱ تک ج ڈ کے سمت پھیلاؤ کے دوران میں حرارت کی مقدار جو ڈ ج ح گ سے تعبیر کی گئی ہے جو شارہ میں داخل ہونے والے بھرن پانی کو گرم کرنے کے لیے کامی بھاپ سے حاصل کی جاتی ہے۔ ایک پونڈ بھرن پانی کی تپش میں ت۲ سے ت۱ تک اضافہ کرنے کے لیے حرارت کی مطلوبہ مقدار رقبہ اب ف ی سے تعبیر ہوتی ہے لہٰذا چونکہ زیر غور تصوری صورت میں کوئی نقصان نہیں ہے اس لیے رقبے ڈ ج ح گ اور اب ف ی مساوی ہیں۔ رقبہ ف ب ج ح حرارت مخفی (خ) کو تعبیر کرتا ہے جو تبخیر کے دوران میں مستقل تپش ت۱ پر حاصل کی گئی اور رقبہ ی اڈ گ حرارت کی مقدار (ح۲) کو تعبیر کرتا ہے جو مکثفہ میں خارج کی گئی۔



ناکارگی فہ

شکل ۴۱ ۔ تصوری باز تکوینی دور کے لیے ت فہ نقشہ

چونکہ رقبہ اب ف ی رقبہ ڈ ج ح گ کے مساوی ہے اس لیے حاصل کی ہوئی حرارت کی خالص مقدار رقبہ ف ب ج ح سے تعبیر ہوگی اس لیے استعداد حسب ذیل ہے

$$\frac{\text{کام میں تبدیل شدہ حرارت}}{\text{حاصل کی ہوئی حرارت کی خالص مقدار}}$$

حاصل کی ہوئی حرارت کی خالص مقدار ۔ تکثفہ میں خارج کی ہوئی حرارت کی مقدار
——————————————————————— =
حاصل کی ہوئی حرارت کی خالص مقدار

رقبہ ف ب ج ح ۔ رقبہ ی ا ڈ گ
——————————————— =
رقبہ ف ب ج ح

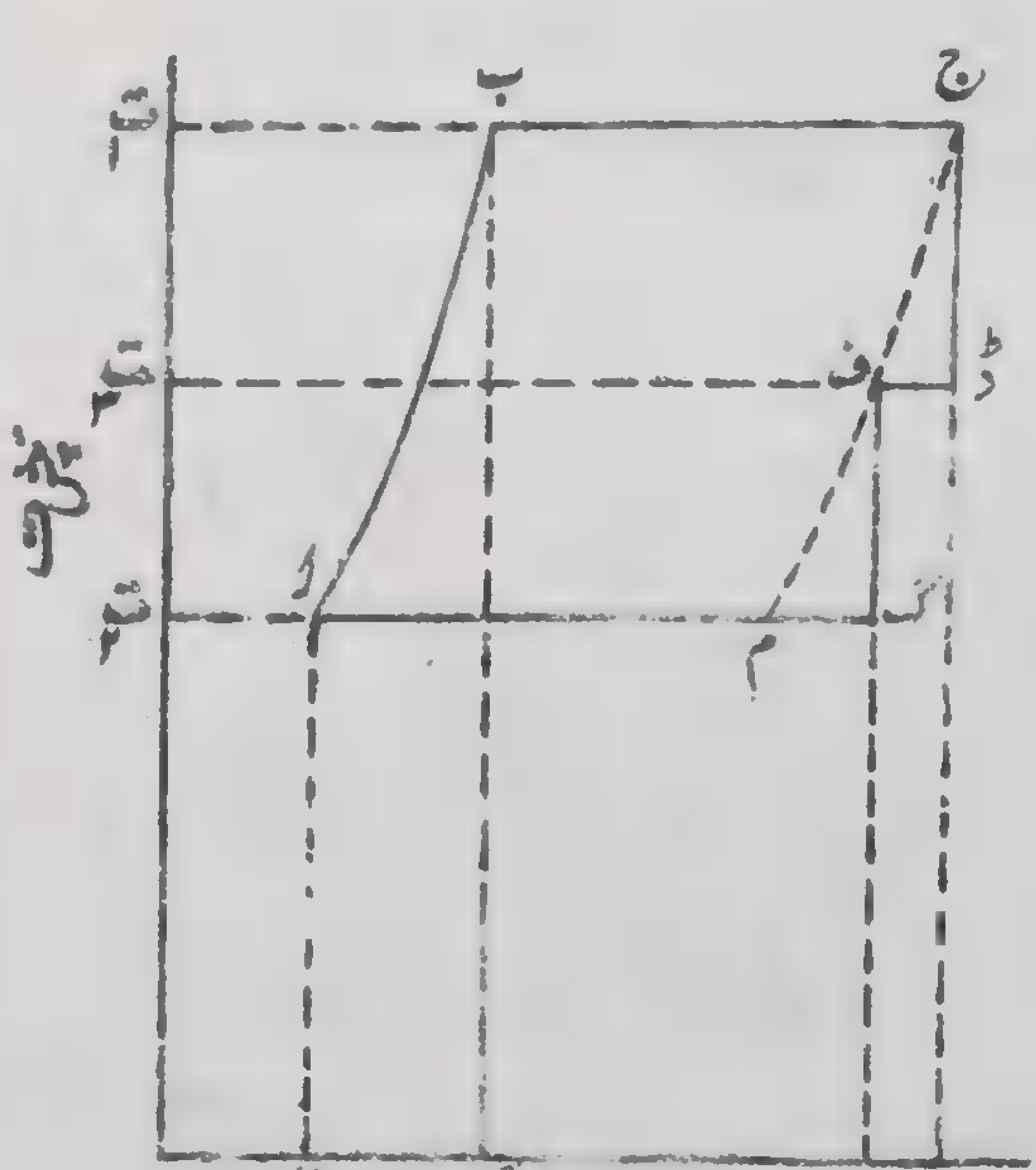
رقبہ ا ب ج ڈ
————————— =
رقبہ ف ب ج ح

اب رقبہ ا ب ج ڈ = رقبہ ک ب ج ل (۹۰)
اور رقبہ ی ا ڈ گ = رقبہ ف ک ل ح
لہذا استعداد اس طرح بھی لکھی جاسکتی ہے

رقبہ ک ب ج ل
—————————
رقبہ ف ب ج ح

یا (ت۱ ـ ت۲) / ت۱ (کارنو کے دور کے مطابق) .... (۱)

عملاً یہ بازتکوینی اصول مسٹر ویر[1] نے مرکب اور ضعفی پھیلاؤ کے انجنوں میں استعمال کیا جہاں بھرن گرمانے کے لیے بھاپ قابلہ یا فالتو سے حاصل کی گئی۔ مرکب انجن کے لیے تپش ناکارگی کا نقشہ شکل ۴۲ میں بتلایا گیا ہے۔ اعلیٰ دباؤ کے استوانہ میں حرناگذار پھیلاؤ ج ڈ سے تعبیر کیا گیا ہے اور ادنیٰ دباؤ کے استوانہ میں ف گ سے۔ کامل بازتکوین کے لیے تصوری منحنی ج م ہے۔ اعلیٰ دباؤ کے استوانہ میں حرناگذار پھیلاؤ کے بعد بھرن گرمانے کے لیے



شکل ۴۲ [illegible]

قابلہ میں کی بھاپ سے حرارت حاصل کی جاتی ہے۔ حرارت کی مقدار جو اس طرح حاصل کی گئی رقبہ ل ف ڈ ح سے تعبیر ہوگی۔ تصوری صورت میں یہ مقدار بھرن پانی کی تپش میں $ت_2$ سے $ت_3$ تک اضافہ کرنے کے لیے کافی ہوگی۔ اس لیے حرارت کی خالص مقدار جو بیرونی طور پر پہنچائی گئی رقبہ ی ا ب ج ڈ ف ل سے تعبیر ہوگی اور حرارت کی خالص مقدار جو مکثفہ میں خارج کیگئی رقبہ ی ا گ ل سے۔ اس لیے استعداد

$$\frac{\text{رقبہ ا ب ج ڈ ف گ}}{\text{رقبہ ی ا ب ج ڈ ف ل}} \text{ ہوگی}$$

فرض کرو قابلہ میں کی تپش $ت_1$ ہے اور فرض کرو ایک پونڈ بھاپ انجن میں سے پورے طور سے گذرتی ہے جبکہ قابلہ سے بھرن گرمانے کے لیے و پونڈ اخذ کیے جاتے ہیں۔ تب ۱ + و پونڈ اعلی دباؤ کے استوانہ میں سے گزرتے ہیں اور ایک پونڈ ادنی دباؤ کے استوانہ میں سے۔ اگر $لا_2\, مخ_2$ مکثفہ میں خارج شدہ حرارت کو تعبیر کرے اور ہ اس حرارت کو جو قابلہ کی و پونڈ بھاپ سے حاصل کی گئی اور بھرن پانی کو دی گئی تب

ایک پونڈ بھاپ کے لیے جو $ت_1$ اور $ت_2$ کے درمیان کام کرتی ہے اور ناکارگی حاصل کرتی ہے اور اپنی ابتدائی حالت پر واپس آنے میں اس ساری ناکارگی کو چھوڑ دیتی ہے

$$لوگ_ه \frac{ت_1}{ت_2} + \frac{مخ_1}{ت_1} - \frac{لا_2\, مخ_2}{ت_2} = \ldots\ldots (۲)$$

اور و پونڈ بھاپ کے لیے جو $ت_1$ اور $ت_2$ کے درمیان کام کرتی ہے (۹۱)

$$و\, لوگ_ه \frac{ت_1}{ت_2} + و \frac{مخ_1}{ت_1} - \frac{ہ}{ت_2} = \ldots\ldots (۳)$$

چونکہ بھرن کا ایک پونڈ قابلہ کی و پونڈ بھاپ سے $ت_2$ سے $ت_3$ تک گرم کیا جاتا ہے

$$ہ = ت_3 - ت_2 \ldots\ldots (۴)$$

لہٰذا (۳) سے

$$\text{و} = \frac{\frac{\text{ل}_{۲}}{\text{ت}_{۲}}}{\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} + \frac{\text{ح}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}}$$

اور (۴) سے

$$\text{و} = \frac{۱ - \frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۳}}}{\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} + \frac{\text{ح}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}} \quad \cdots\cdots (۵)$$

اور کیا ہوا کام یہ ہوگا

ک = حاصل شدہ حرارت - خارج شدہ حرارت

$$= (۱+\text{و})(\text{ح}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) - \text{ل}_{۲}\,\text{ح}_{۲} \quad \cdots\cdots (۶)$$

لہٰذا استعداد یہ ہوگی

$$\text{ع} = \frac{(۱+\text{و})(\text{ح}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) - \text{ل}_{۲}\,\text{ح}_{۲}}{(۱+\text{و})(\text{ح}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۳})} \quad \cdots\cdots (۷)$$

$\text{ح}_{۲}$ کی قیمت (۲) کی رو سے (۷) میں درج کرنے سے

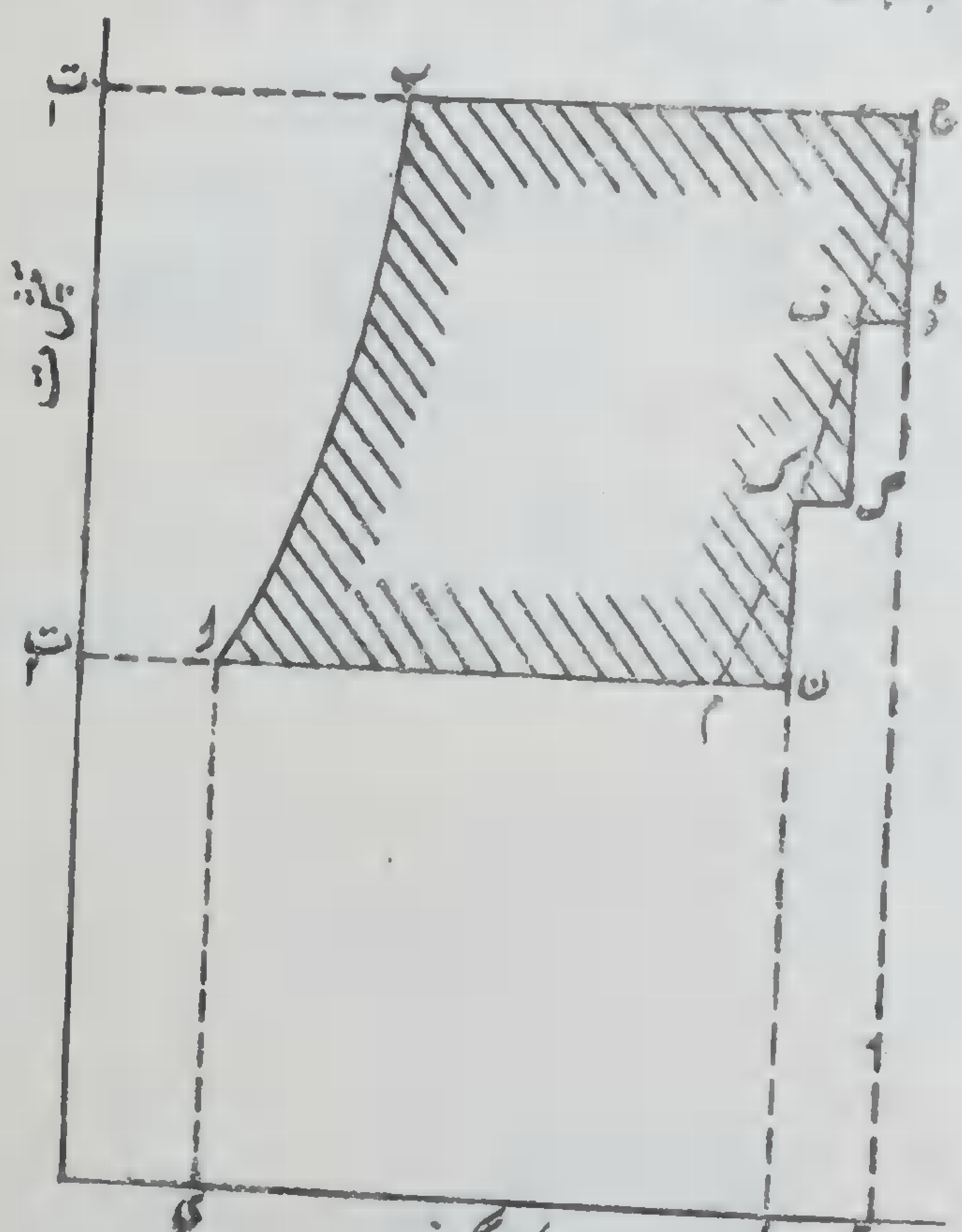
$$\text{ع} = \frac{(۱+\text{و})(\text{ح}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) - \text{ت}_{۲}\left\{\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} + \frac{\text{ح}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}\right\}}{(۱+\text{و})(\text{ح}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۳})}$$

$$= ۱ - \frac{۱}{۱+\text{و}} \times \frac{\text{ت}_{۲}\left(\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}} + \frac{\text{ح}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}\right)}{\text{ح}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}} \quad \cdots\cdots (۸)$$

جو ہمیشہ رینکین کے دور کی استعداد سے زیادہ ہوگی۔ دفعہ ۷۵ مساوات (۱۳و)۔ نظریہ بالا میں
یہ فرض کیا گیا کہ بھرن پانی قابلہ کی بھاپ سے اتنی حرارت حاصل کرلیگا کہ تپش

ت۲ سے ت۳ تک بڑھ جائے اور حقیقتہً استعداد اس استعداد سے کم ہوتی ہے جو (۵) کی رو سے و کی قیمت (۸) میں مندرج کرنے سے حاصل ہوگی چونکہ بھرن پانی کی حاصل تپش ت۲ سے کم ہوگی۔

تہیرے پھیلاؤ کا انجن[۱۷] — باز تکوینی اصول تہیرے پھیلاؤ کے انجن میں بھی استعمال ہو سکتا ہے، جس کا تصوری دور تپش ناکارگی کے نقشہ میں بتلایا گیا ہے (شکل ۴۳)۔ کامل باز تکوین کا منحنی ج م ہے۔ اعلیٰ دباؤ کے استوانہ میں پھیلاؤ ج ڈ۔ درمیانی استوانہ میں پھیلاؤ ڈ ف گ۔ اور ادنیٰ دباؤ کے استوانہ میں پھیلاؤ ک ن۔ پہنچائی ہوئی حرارت کی کل مقدار رقبہ ی ا ب ج ح سے تعبیر ہوتی ہے



شکل ۴۳ - تہیرے پھیلاؤ کے باز تکوینی دور کے لیے ت ف نقشہ

اور چونکہ حرارت کی مقدار جو رقبہ ل ک گ ف ڈ ح سے تعبیر ہوتی ہے۔

۱۷- دفعہ ۶۰ (ضمیمہ) بھی ملاحظہ ہو۔

بھرن کو واپس ہوگی اور پہنچائی ہوئی حرارت کی خالص مقدار رقبہ
ی ا ب ج ڈ ف گ ک ل سے ظاہر ہوتی ہے۔ کیا ہوا کام سایہ دار
رقبہ سے تعبیر ہوتا ہے اور استعداد

$$ع = \frac{\text{رقبہ ا ب ج ڈ ف گ ک ن}}{\text{رقبہ ی ا ب ج ڈ ف گ ک ل}} \text{ ہوگی۔}$$

(۹۲) فرض کرو $و_1$ = بھاپ کا وزن جو پہلے قابلہ (اعلیٰ دباؤ اور درمیانی دباؤ کے استوانوں کے درمیان ہے) سے حاصل ہوئی اور جس کی تپش $ت'_1$ ہے۔

$ہ_1$ = حرارت جو $و_1$ سے بھرن کو پہنچائی گئی۔

$و_2$ = بھاپ کا وزن جو دوسرے قابلہ (درمیانی دباؤ اور ادنیٰ دباؤ کے استوانوں کے درمیان ہے) سے حاصل ہوئی اور جس کی تپش $ت'_2$ ہے۔

$ہ_2$ = حرارت جو $و_2$ سے بھرن کو پہنچائی گئی تب ہر پونڈ بھاپ کے لیے جو پورے دور سے انجن میں سے گذرتی ہے ہم کو حاصل ہوگا۔

ایک پونڈ بھاپ کے لیے جو $ت_1$ اور $ت_2$ کے درمیان کام کرتی ہے۔

$$لوک_{و} \frac{ت_1}{ت_2} + \frac{خ_1}{ت_1} - \frac{خ_2}{ت_2} = 0 \quad \text{(۹)}$$

$و_1$ پونڈ کے لیے جو $ت_1$ اور $ت'_1$ کے درمیان کام کرتی ہے

$$و_1 لوک_{و} \frac{ت_1}{ت'_1} + و_1 \frac{خ_1}{ت_1} - \frac{ہ_1}{ت'_1} = 0 \quad \text{(۱۰)}$$

(۹۳) $و_2$ کے لیے جو $ت_1$ اور $ت'_2$ کے درمیان کام کرے

$$و_2 لوک_{و} \frac{ت_1}{ت'_2} + و_2 \frac{خ_1}{ت_1} - \frac{ہ_2}{ت'_2} = 0 \quad \text{(۱۱)}$$

$$ہ_2 = ت'_2 - ت_2 \quad \text{(۱۲)}$$

$$ہ_1 = (1 + و_2)(ت'_1 - ت'_2) \quad \text{(۱۳)}$$

لہٰذا (۱۱) اور (۱۲) کی رُو سے

$$\text{و}_{۲} = \frac{۱ - \frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}'_{۲}}}{\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}'_{۲}} + \frac{\text{خ}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}} \quad \ldots\ldots (۱۴)$$

(۱۰) اور (۱۳) کی رو سے

$$\text{و}_{۱} = \frac{(۱ + \text{و}_{۲})\left(۱ - \frac{\text{ت}'_{۲}}{\text{ت}'_{۱}}\right)}{\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}'_{۱}} + \frac{\text{خ}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}} \quad \ldots\ldots (۱۵)$$

کیا ہوا کام (سایہ دار رقبہ) فی پونڈ بھاپ جو کثفہ میں سے گذرتی ہے یا
فی $(۱ + \text{و}_{۱} + \text{و}_{۲})$ پونڈ جو جو شارہ سے اعلیٰ دباؤ کے استوانہ میں سے گذرتی ہے

$$\text{ک} = (۱ + \text{و}_{۱} + \text{و}_{۲})(\text{خ}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}'_{۱}) - \text{لا}_{۲}\,\text{خ}_{۲}$$

$$= (۱ + \text{و}_{۱} + \text{و}_{۲})(\text{خ}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}'_{۱}) - \text{ت}_{۲}\left(\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}'_{۲}} + \frac{\text{خ}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}\right) \quad \ldots\ldots (۱۶)$$

اور استعداد

$$\text{ع} = \frac{\text{ک}}{(۱ + \text{و}_{۱} + \text{و}_{۲})(\text{خ}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}'_{۱})}$$

$$= ۱ - \frac{\text{ت}_{۲}\left(\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}'_{۲}} + \frac{\text{خ}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}\right)}{(۱ + \text{و}_{۱} + \text{و}_{۲})(\text{خ}_{۱} + \text{ت}_{۱} - \text{ت}'_{۱})} \quad \ldots\ldots (۱۷)$$

یہ مکمل دور عمل میں نہیں آتا۔ مسٹر ویر نے صرف ادنیٰ دباؤ کے قابلہ سے بھاپ لی
جس صورت میں $\text{و}_{۲} = ۰$ اور مساوات (۱۴) اور (۱۷) تحویل ہونگے (۵) اور (۸) میں

مثال[1]۔ ایک مرکب بھاپ انجن میں اعلیٰ دباؤ کے استوانہ میں داخلہ کا دباؤ ۱۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے۔ اور ادنیٰ دباؤ کے استوانہ کا اخراجی دباؤ ۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے۔ اعلیٰ دباؤ کے استوانہ کا عقبی دباؤ اور ادنیٰ دباؤ کے استوانہ میں داخلہ کا دباؤ ۴۵ پونڈ مطلق ہے۔ بھرن کو گرم کرنے کے لیے بھاپ ادنیٰ دباؤ کے بھاپ خانہ سے حاصل کی جاتی ہے۔ مکمل حرناگذار پھیلاؤ اور حرارت کا کوئی نقصان نہ ہونا فرض کر کے انجن کی استعداد اور بھرن گرمانے کی وجہ استعداد کی ترقی دریافت کرو۔

بھاپ جداول سے ہم معلوم کرتے ہیں۔

۱۵۰ پونڈ مطلق پر $ح_1 = ۸۶۳$ اور $ت_1 = ۳۵۸ + ۴۶۰ = ۸۱۸$

۴۵ " " " $ت_2 = ۲۷۴ + ۴۶۰ = ۷۳۴$

۴ " " " $ت_3 = ۱۵۳ + ۴۶۰ = ۶۱۳$

(۵) سے

(۹۴)
$$و = \frac{\frac{۶۱۳}{۷۳۴} - ۱}{\frac{۸۶۳}{۸۱۸} + لوگ_ھ \frac{۸۱۸}{۷۳۴}} = \frac{۰٫۸۳۵۱ - ۱}{۱٫۰۵۵۰ + ۰٫۱۰۸۴}$$

$$و = \frac{۰٫۱۶۴۹}{۱٫۱۶۳۴} = ۰٫۱۴۱۷ \text{ پونڈ}$$

اور (۸) سے

$$ع = ۱ - \frac{۶۱۳\left(\frac{۸۶۳}{۸۱۸} + لوگ_ھ \frac{۸۱۸}{۶۱۳}\right)}{۱٫۱۴۱۷(۸۶۳ + ۸۱۸ - ۷۳۴)}$$

$$= ۱ - \frac{۶۱۳(۱٫۰۵۵۰ + ۰٫۲۸۸۵)}{۹۴۷ \times ۱٫۱۴۱۷}$$

$$= ۱ - ۰٫۷۶۱$$

$= ۰٫۲۳۹$ یا ۲۳٫۹ فیصد

[1] متبادل طریقہ سے حل کے لیے ضمیمہ ۶۰ بھی ملاحظہ کیا جائے۔

بغیر بھرن گرمانے کے اور رینکن کے دورہ پر تپش کے حدود $ت_۱$ اور $ت_۲$ کے درمیان کام کریں تو دفعہ ۷،۵ (۱۳) کی رو سے استعداد یہ ہوگی

$$۱ - \frac{۶۱۳ \left(\text{لوگسو} \frac{۶۱۸}{۶۱۳} + \frac{۸۶۳}{۸۱۸} \right)}{۶۱۳ - ۸۱۸ + ۸۶۳}$$

$= ۱ - ۰،۷۷۲$

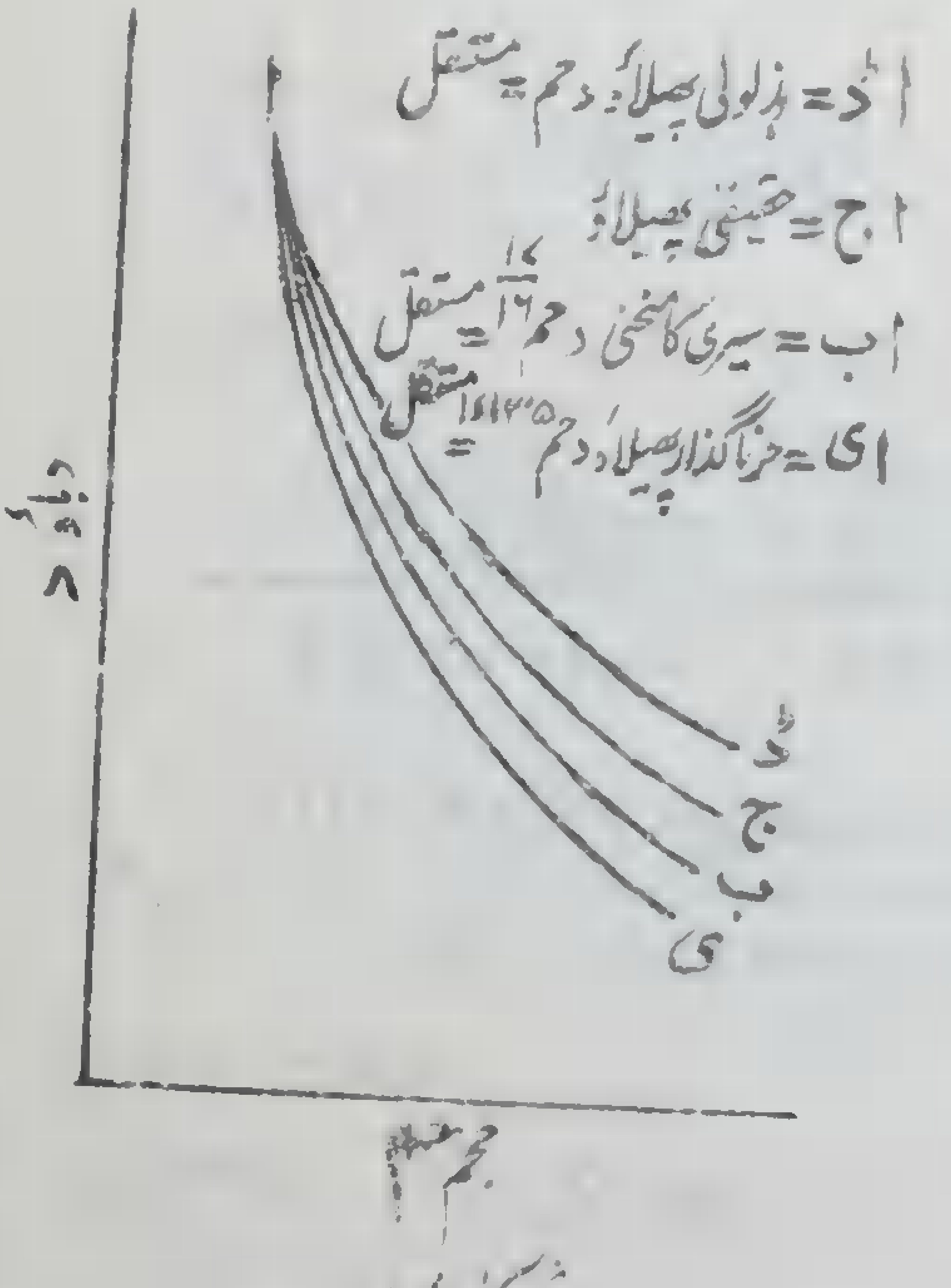
$= ۰،۲۲۸$ یا ۲۲،۸ فیصد

اس لیے بھرن گرمانے سے استعداد کی ترقی ۲۳،۹ - ۲۲،۸ = ۱،۱ فیصد ہوگی یا فیصد بحیثیت $\frac{۱،۱}{۲۲،۸} \times ۱۰۰$ ہوگی

= ۴،۸ فیصد

۶۰۔ بھاپ کا بہنا (ناکارگی کا نقشہ اور جدولیں ضمیمہ دیکھا جائے۔)

۶۱۔ پھیلاؤ کا منحنی جو بھاپ انجن کی مظہرہ اسپی طاقت کی تخمین میں فرض کیا جاتا ہے۔

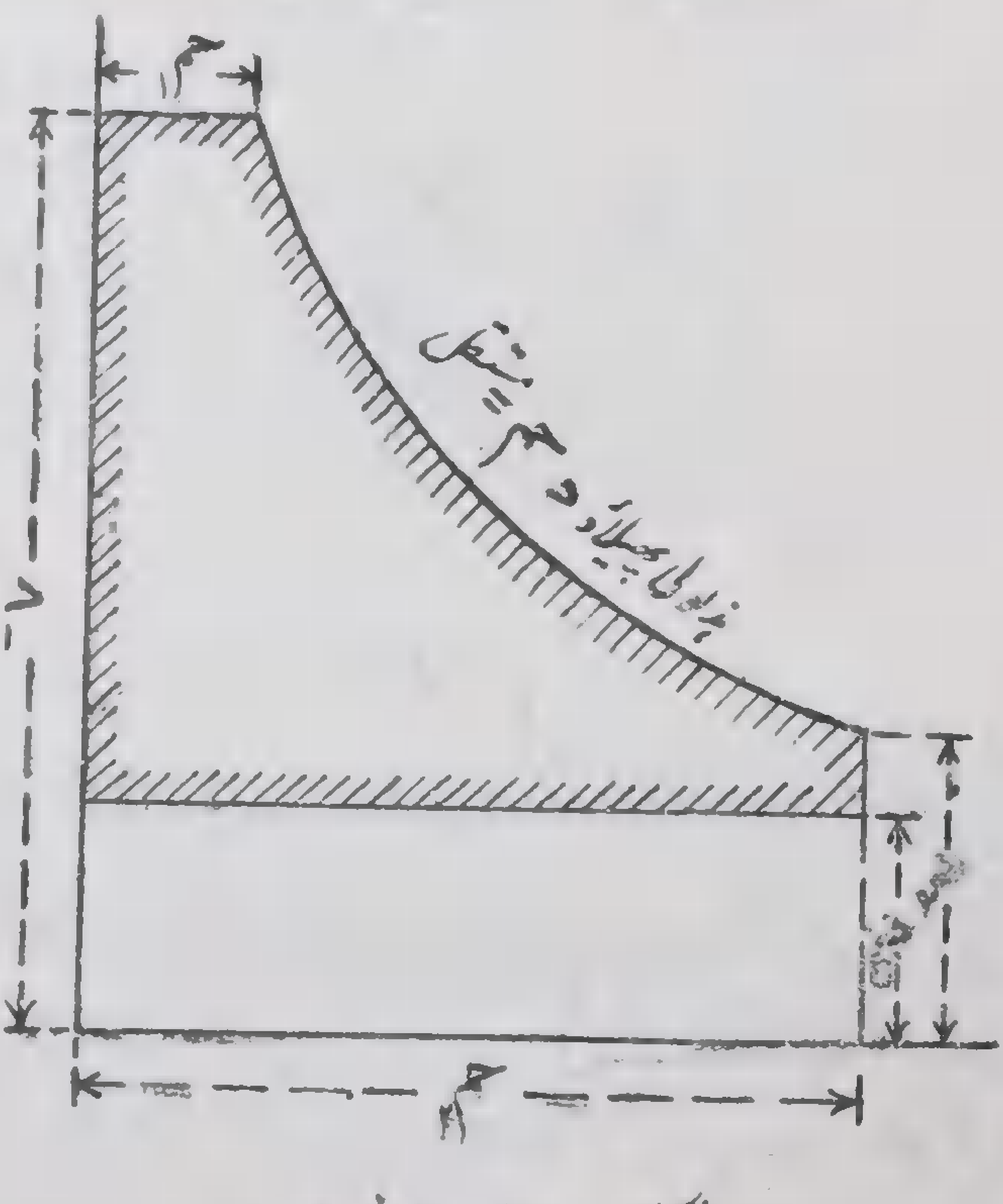


شکل ۴۴

جب خشک اور سیر شدہ بھاپ استوانہ میں داخل کی جاتی ہے تو نقطۂ کاٹ تک دباؤ مستقل نہیں رہتا بلکہ داخلہ کے دوران میں تار کشی اور ابتدائی تکثیف کی وجہ گھٹتا ہے جب کاٹ عمل میں آئے تو دباؤ میں غالباً مزید تکثیف کی وجہ ضرب کے ایک حصہ تک

سرعت سے تنزل ہوگا۔ اور تب پہلے کی کچھ تکثیف شدہ بھاپ میں ضرب کے بعد کے حصہ میں دوبارہ تبخیر عمل میں آئیگی اور اس طرح دباؤ بلند تر رہیگا بہ نسبت اس صورت کے اگر ابتدائی تکثیف نہ ہوتی۔ نتیجہ یہ ہے کہ پھیلاؤ منحنی نہ تو حرناگذار اور نہ سیری کے منحنی کی اتباع کرتا ہے، بلکہ ہر دو سے اس کا ڈھال کم ہوگا اور گیس کے ہم تپشی منحنی کے قریب پہنچیگا اور منحنی تقریباً ایک قائم ہذلولی ہوگا۔ شکل ۴۴ میں ان تینوں منحنیوں کی تقریبی شکلیں تبلائی گئی ہیں۔ پھیلاؤ چونکہ ہذلولی (د حجم = مستقل) تصور کیا جاتا ہے اس لیے پھیلاؤ منحنی جو ہمیشہ ظنی مظہرہ اسی طاقت کے تقریبی (۹۵)
حسابات میں لیا جاتا ہے ہذلولی ہوتا ہے۔

شکل ۵۴ میں مفروضہ نظری مظہار نقشہ تبلایا گیا ہے۔



شکل ۵۴ - نظری مظہار نقشہ

فرض کرو د۱ = ابتدائی دباؤ پونڈ فی مربع انچ مطلق میں

د۲ = پھیلاؤ کے بعد کا دباؤ پونڈ فی مربع انچ مطلق میں

دع = عقبی دباؤ پونڈ فی مربع انچ مطلق میں

حم۱ = ابتدائی حجم مکعب فٹ میں

حم۲ = آخری حجم

} تب حم۲ / حم۱ = ب

ب = پھیلاؤ کی نسبت

تب کیا ہوا کام سایہ دار رقبہ سے تعبیر ہو گا ۔

= داخلہ کے دوران میں کیا ہوا کام + پھیلاؤ کے دوران میں کیا ہوا کام - کام اخراج کے دوران میں

∴ ک = ۱۴۴ (د۱ حم۱ + د۱ حم۱ لوکو ب - دع حم۲) فٹ پونڈ .... (۱)

اور اوسط اثری دباؤ

دس = (د۱ حم۱ + د۱ حم۱ لوکو ب - دع حم۲) / حم۲

= (د۱ حم۱ / حم۲) (۱ + لوکو ب) - دع

= (د۱ / ب) (۱ + لوکو ب) - دع .... (۲)

مساوات (۲) نظری اوسط اثری دباؤ کو ابتدائی دباؤ پھیلاؤ کی نسبت اور عقبی دباؤ کے رقوم میں ظاہر کرتی ہے جہاں تمام دباؤ پونڈ فی مربع انچ میں ہیں۔ (۹۶)

چونکہ عملاً سریع کاٹ حاصل نہیں ہو سکتا اور رہائی اور بھچکاؤ پر نقشہ گول ہونے کی وجہ اوسط اثری دباؤ ہمیشہ (۲) کی رو سے حاصل شدہ دباؤ سے کم ہوتا ہے اور اس طرح لکھا جا سکتا ہے

دس = ی { (د۱ / ب) (۱ + لوکو ب) - دع } .... (۳)

جہاں ی = اکائی سے کم ایک مستقل جس کا نام پروفیسر انون نے نقشہ کی قدر زر رکھا۔

اگر ل = ضرب کی لانبائی فٹ میں

ا = استوانہ کا رقبہ مربع انچ میں

ن = کامی ضربوں کی تعداد فی منٹ

تب مظہرہ اسپی طاقت۔

$$\text{م۔ا۔ط} = \frac{\text{دس ل ا ن}}{۳۳۰۰۰} \quad \cdots\cdots (۴)$$

پُرگرم بھاپ استعمال کرنے والا انجن — اس صورت میں پھیلاؤ منحنی کا کلیہ $\text{د حم}^{\text{ن}} = $ مستقل ہے تب

$$\text{ک} = \text{د}_۱\text{حم}_۱ + \frac{\text{د}_۱\text{حم}_۱}{\text{ن}-۱}\left\{۱-\left(\frac{\text{حم}_۱}{\text{حم}_۲}\right)^{\text{ن}-۱}\right\} - \text{د}_\text{ع}\text{حم}_۲ \quad \cdots\cdots (۵)$$

$$= \text{د}_۱\text{حم}_۱ + \frac{\text{د}_۱\text{حم}_۱}{\text{ن}-۱}\left\{۱-\left(\frac{۱}{\text{ب}}\right)^{\text{ن}-۱}\right\} - \text{د}_\text{ع}\text{حم}_۲ \quad \cdots\cdots (۶)$$

اب کیا ہوا کام $\text{دس} \times \text{حم}_۲$ کے بھی مساوی ہے

$$\therefore \text{دس حم}_۲ = \text{د}_۱\text{حم}_۱ + \frac{\text{د}_۱\text{حم}_۱}{\text{ن}-۱}\left\{۱-\left(\frac{۱}{\text{ب}}\right)^{\text{ن}-۱}\right\} - \text{د}_\text{ع}\text{حم}_۲$$

$$\therefore \text{دس} = \text{د}_۱\frac{\text{حم}_۱}{\text{حم}_۲} + \frac{\text{د}_۱\text{حم}_۱}{(\text{ن}-۱)\text{حم}_۲}\left\{۱-\left(\frac{۱}{\text{ب}}\right)^{\text{ن}-۱}\right\} - \text{د}_\text{ع}\frac{\text{حم}_۲}{\text{حم}_۲}$$

$$= \frac{\text{د}_۱}{\text{ب}} + \frac{\text{د}_۱}{\text{ب}(\text{ن}-۱)}\left\{۱-\left(\frac{۱}{\text{ب}}\right)^{\text{ن}-۱}\right\} - \text{د}_\text{ع}$$

Unwin.

$$= \frac{\text{د}_1}{\text{ن}-1}\left\{\frac{\text{ن}-1}{\text{ب}} + \frac{1}{\text{ب}} - \left(\frac{1}{\text{ب}}\right)^{\text{ن}}\right\} - \text{د}_{\text{ع}}$$

$$\therefore \text{دس} = \frac{\text{د}_1}{\text{ن}-1}\left\{\frac{\text{ن}}{\text{ب}} - \frac{1}{\text{ب}^{\text{ن}}}\right\} - \text{د}_{\text{ع}} \quad \cdots\cdots (7)$$

پُرگرم بھاپ کے لیے "ن" کی قیمت ۳ء۱ ہے اور یہ قیمت (۳) میں مندرج کرنے سے دس حاصل ہوگا۔ خشک سیر شدہ بھاپ کے لیے ن = ۱۳۵ء۱ اور اس بھاپ کے لیے جو پھیلاؤ کے دوران میں خشک رکھی جاتی ہے

$$\text{ن} = \frac{17}{16} = 1.0646$$

۶۲- فراغ کا اثر اوسط اثری دباؤ پر

عملاً اخراجی ضرب کے اختتام پر فشارہ استوانہ کے سرے تک نہیں پہنچتا تھوڑی جگہ مندون کے گھساؤ اور دوسرے حیلی اسباب کے لیے چھوڑی جاتی ہے۔ اس کے علاوہ استوانہ اور کواڑی کے رُخ کے درمیان بھاپ دریچوں کا حجم ہوتا ہے۔ یہ کل حجم فراغ کا حجم کہلاتا ہے۔ اور پھیلاؤ کے منحنیوں کے حسابات میں اس کا لحاظ رکھنا ضروری ہے۔ اس حجم کو فشارہ طے نہیں کرتا بلکہ داخلہ کے وقت وہ بھاپ سے بھرا رہتا ہے اور یہ بھاپ اس کل بھاپ کا حصہ بن جاتی ہے جو کاٹ کے بعد پھیلتی ہے۔ فراغ کی
(۹۶) وجہ ترمیم شدہ نظری مظہار نقشہ شکل ۶۴ میں بتلایا گیا ہے۔ اس کا اثر یہ ہوتا ہے کہ اوسط اثری دباؤ میں زیادتی اور پھیلاؤ کی نسبت میں کمی ہو جاتی ہے جیسے آگے ظاہر ہوگا۔

فرض کرو ب = پھیلاؤ کی نسبت جبکہ فراغ نہ ہو

ب_1 = پھیلاؤ کی صحیح نسبت (فراغ کا لحاظ رکھ کر)

ک = فشارہ کے ہٹاؤ کی کسر جو فراغ کو تعبیر کرتی ہے۔

$$\text{تب}\quad \text{ب}_1 = \frac{\text{آخری حجم}}{\text{ابتدائی حجم}} = \frac{\text{حم}_2 + \text{فراغ}}{\text{حم}_1 + \text{فراغ}}$$

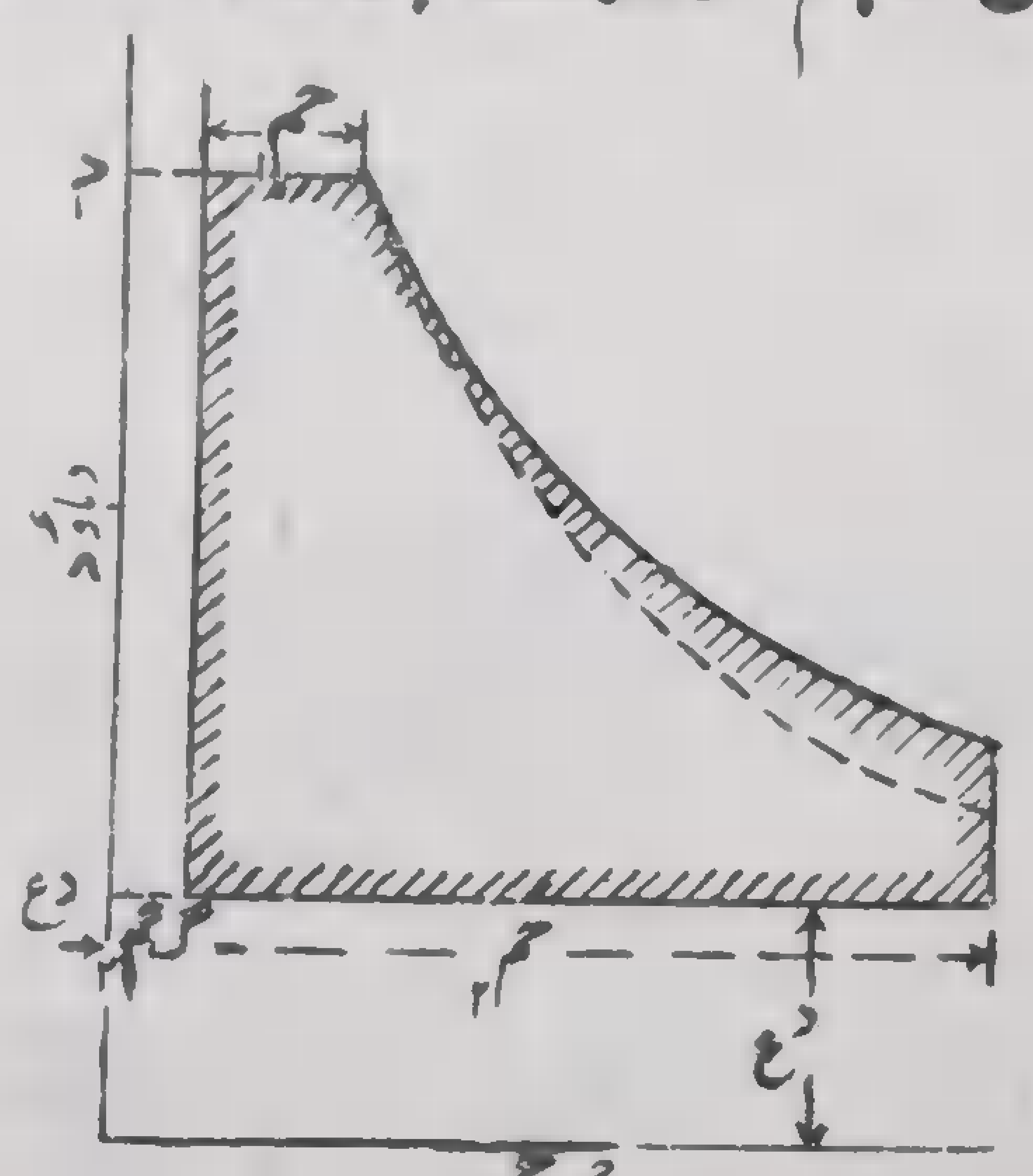
$$= \frac{\text{فشارہ کے ہٹاؤ کا حجم + فراغ}}{\text{نقطۂ کاٹ تک کا حجم + فراغ}}$$

$$= \frac{\text{حجم}_2 + \text{گ حجم}_2}{\text{حجم}_1 + \text{گ حجم}_2}$$

$$\therefore \text{ب} = \frac{1 + \text{گ}}{\frac{1}{\text{ب}} + \text{گ}} = \frac{\text{ب}(1 + \text{گ})}{1 + \text{گ ب}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

سب کی یہ قیمت "ب" کے لیے دفعہ ۱۶ مساوات (۳) اور (۷) میں اوسط اثری دباؤ معلوم کرتے وقت مندرج کرنی چاہیے۔

اکہرے استوانہ کے انجن میں اوسط اثری دباؤ کا جملہ حسب ذیل رقوم میں حاصل کرنا ابتدائی دباؤ "د_1" پونڈ فی مربع انچ مطلق، عقبی دباؤ "دع" پونڈ فی مربع انچ مطلق فراغ کو نظر انداز کر کے پھیلاؤ کی نسبت "ب" فراغ کا حجم فشارہ کے ہٹاؤ کا "گ" گنا ہے۔



شکل ۴۶ - فراغ سے ترمیم شدہ نظری مظہار نقشہ

$$\text{ک} = \text{سایہ دار رقبہ (شکل ۴٦)}$$

$$= \text{د}_{1}\,\text{حم}_{1} - \text{دع}\,\text{حم}_{2} + \text{د}_{1}\left(\text{حم}_{1} + \text{گ}\,\text{حم}_{2}\right)\text{لوک}_{\text{و}}\,\text{ب}$$

$$= \text{د}_{1}\,\text{حم}_{1} - \text{دع}\,\text{حم}_{2} + \text{د}_{1}\left(\text{حم}_{1} + \text{گ}\,\text{حم}_{2}\right)\text{لوک}_{\text{و}}\,\frac{1+\text{گ}}{\frac{1}{\text{ب}}+\text{گ}} \quad \left\{\text{(۱) سے}\right\}$$

$$\therefore\ \text{س} = \frac{\text{د}_{1}\,\text{حم}_{1} - \text{دع}\,\text{حم}_{2} + \text{د}_{1}\left(\text{حم}_{1} + \text{گ}\,\text{حم}_{2}\right)\text{لوک}_{\text{و}}\,\frac{1+\text{گ}}{\frac{1}{\text{ب}}+\text{گ}}}{\text{حم}_{2}} \quad \ldots (۲)$$

$$= \frac{\text{د}_{1}}{\text{ب}} - \text{دع} + \text{د}_{1}\left(\frac{1}{\text{ب}} + \text{گ}\right)\text{لوک}_{\text{و}}\,\frac{1+\text{گ}}{\frac{1}{\text{ب}}+\text{گ}}$$

$$\therefore\ \text{س} = \frac{\text{د}_{1}}{\text{ب}}\left\{1 + \left(1 + \text{گ ب}\right)\text{لوک}_{\text{و}}\,\frac{1+\text{گ}}{\frac{1}{\text{ب}}+\text{گ}}\right\} - \text{دع} \quad \ldots (۳)$$

(٩٨) اگر پھیلاؤ عام کلیہ $\text{د}\,\text{حم}^{\text{ن}} = \text{مستقل}$ کی اتباع کرے تو دفعہ ٦١ (٦) حسب ذیل ہوگا۔

$$\text{ک} = \text{د}_{1}\,\text{حم}_{1} + \frac{\text{د}_{1}\left(\text{حم}_{1} + \text{گ}\,\text{حم}_{2}\right)}{\text{ن} - 1}\left\{1 - \left(\frac{\frac{1}{\text{ب}}+\text{گ}}{1+\text{گ}}\right)^{\text{ن}-1}\right\} - \text{دع}\,\text{حم}_{2} \quad \ldots (۴)$$

$$\therefore\ \text{س} = \frac{\text{د}_{1}}{\text{ب}} + \frac{\text{د}_{1}\left(\text{حم}_{1} + \text{گ}\,\text{حم}_{2}\right)}{\text{حم}_{2}\left(\text{ن} - 1\right)}\left\{1 - \left(\frac{\frac{1}{\text{ب}}+\text{گ}}{1+\text{گ}}\right)^{\text{ن}-1}\right\} - \text{دع}$$

$$= \frac{\text{د}_{1}}{\text{ن}-1}\left[\frac{\text{ن}-1}{\text{ب}} + \frac{\text{حم}_{1} + \text{گ}\,\text{حم}_{2}}{\text{حم}_{2}}\left\{1 - \left(\frac{\frac{1}{\text{ب}}+\text{گ}}{1+\text{گ}}\right)^{\text{ن}-1}\right\}\right] - \text{دع}$$

$$\therefore\ \text{ث} = \frac{\text{د}}{\text{ن}-۱}\left\{\frac{\text{ن}}{\text{ب}} + \text{گ} - \frac{\left(\frac{۱}{\text{ب}}+\text{گ}\right)^{\text{ن}}}{\left(۱+\text{گ}\right)^{\text{ن}-۱}}\right\} - \text{د}_{\text{ع}} \quad \ldots\ (۵)$$

مثال (۱) ایک بھاپ انجن کا قطر ۶ انچ اور ضرب ۱۲ انچ ہے۔ اگر ابتدائی دباؤ ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق اور کاٹ $\frac{۱}{۴}$ ضرب پر ہو تو فراغ کو نظر انداز کر کے اور عقبی دباؤ ۳ پونڈ فی مربع انچ مطلق لے کر اوسط اثری دباؤ معلوم کرو۔ اگر فراغ فشارہ کے ہٹاؤ کا $\frac{۱}{۱۰}$ ہو تو ظنی ھ۔ا۔ط معلوم کرو اگر کامی ضرب فی منٹ ۴۰۰ ہوں (یعنے انجن دوہرے عمل کا ہے اور ۲۰۰ گردشیں فی منٹ سے دوڑتا ہے)۔

$$\text{ب} = ۴$$

$$\text{ث} = \frac{۱۰۰}{۴}\left(۱ + \text{لوک}_{\text{و}}\ ۴\right) - ۳$$

$$= ۲۵\left(۱ + ۱٫۳۸۶۲\right) - ۳$$

$$= ۲۵ \times ۲٫۳۸۶۲ - ۳ = ۵۹٫۶۵ - ۳$$

$$= ۵۶٫۶۵ \ \text{پونڈ فی مربع انچ}$$

$$\text{حقیقی نسبت د ب} = \frac{۰٫۱ + ۰٫۲۵}{۰٫۱ + ۱} = \frac{۰٫۳۵}{۱٫۱} = ۳٫۱۸$$

$$\therefore\ \text{ث} = \frac{۱۰۰}{۳٫۱۸}\left\{۱ + \left(۱ + ۰٫۴ \times ۴\right)\text{لوک}_{\text{و}}\ ۳٫۱۸\right\} - ۳$$

$$= \frac{۱۰۰}{۳٫۱۸}\left(۱ + ۱٫۶۱۷۷\right) - ۳ = \frac{۲٫۶۱۷۷ \times ۱۰۰}{۳٫۱۸} - ۳$$

$$= ۸۲٫۲ - ۳$$

$$= ۷۹٫۲ \ \text{پونڈ فی مربع انچ}$$

$$\therefore\ \text{ھ۔ا۔ط} = \frac{۴۰۰ \times \left(۳۶ \times ۰٫۷۸۵۴\right) \times ۱ \times ۷۹٫۲}{۳۳۰۰۰}$$

$$= ۲۷٫۳$$

مثال (۲) ۱۰۰ امر۔ا۔ ط کے بھاپ انجن کے استوانہ کا قطر دریافت کرو جبکہ فشارے کی رفتار ۶۰۰ فٹ فی منٹ، ابتدائی بھاپ کا دباؤ ۱۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق، عقبی دباؤ ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق، کاٹ ضرب کا $\frac{1}{5}$، فراغ کا حجم فشارے کے ہٹاؤ کا ۸ فیصد ہے۔ اور قبل از وقت رہائی اور بچکاؤ کا اثر اوسط اثری دباؤ کو نظری دباؤ کے ۹۰ فیصد تک تخفیف کر دیتا ہے۔

$$ د_س = \frac{د_۱}{ب}\left\{ ۱ + (۱ + گ ب) \text{لوک}_و \frac{۱ + گ}{ب + گ} \right\} - د_ع $$

{دفعہ ۶۲ (۳) سے}

یہاں ب = ۵، گ = ۰٫۰۸ (۹۹)

$$ \therefore \quad د_س = \frac{۱۵۰}{۵}\left\{ ۱ + (۱ + ۵ \times ۰٫۰۸) \text{لوک}_و \frac{۱٫۰۸}{۰٫۰۸ + \frac{۱}{۵}} \right\} - ۱۵ $$

$$ = ۳۰ \times ۲٫۸۹ - ۱۵ = ۸۷ - ۱۵ $$

= ۷۲ پونڈ فی مربع انچ

فرض کرو ا = استوانہ کا مطلوبہ رقبہ

$$ \text{تب} \quad ۶۰۰ \times ۷۲ \times \frac{۹}{۱۰} \times ا = ۱۰۰ \times ۳۳۰۰۰ $$

$$ \therefore \quad ا = \frac{۳۳۰۰۰ \times ۱۰۰}{۱۰ \times ۷۲ \times ۵۴} = ۸۴٫۹ \text{ مربع انچ} $$

$$ \therefore \quad \text{قطر} = \sqrt{\frac{۸۴٫۹}{۰٫۷۸۵۴}} = ۱۰٫۴ \text{ یعنی تقریباً } ۱۰\frac{۱}{۲} \text{ انچ} $$

۶۳۔ ڈبرا انخار انجن ــــ ڈوتر مبلے[1] نے ۱۸۵۰ کے قریب اس

---

[1] اس حالت کے امتحان کے لیے جس میں دونوں مائعات میں پانی زیادہ طیران پذیر ہے۔ آئی۔ ایم۔ ای ۱۹۲۳ء کی روئداد میں صفحہ ۸۹۵ پر ڈبلیو۔ جے۔ کرنن کا مضمون "دُہرے مائع انجن کے کامی شے کے لیے پارہ کے امکانات" ملاحظہ کیا جائے۔

[1] Dutremblay

انجن کی ایجاد کی جس میں بھاپ اور ایک زیادہ طیران پذیر مائع (ایتھر) کا مجموعہ کامی سیال کی حیثیت سے استعمال کیا گیا۔ بھاپ انجن کے استوانہ کی اخراجی بھاپ کی حرارت ایتھر کو بخار بنانے میں استعمال کی گئی جو علٰحدہ استوانہ میں کام کرتا تھا۔ ایتھر کے استوانہ سے ایتھر خارج ہونے پر سطحی مکثفہ میں اس کی تکثیف عمل میں آئی۔ اور اس طرح دور دُہرایا گیا۔ اس ذریعہ سے استعداد میں اضافہ ممکن تھا، کیونکہ اس صورت میں فی پونڈ بھاپ کا کام صرف بھاپ انجن کے استوانہ میں کے کام سے زیادہ ہے۔

دفعہ ۵۳ میں بیان ہو چکا ہے کہ رگڑ کی مزاحمت وغیرہ کی وجہ ایک مقررہ دباؤ سے کم دباؤ تک پھیلانا فائدہ مند نہیں ہوتا۔ لیکن اخراجی بھاپ کی ادنیٰ تپش پر ایتھر کا بخار کافی دباؤ ڈالتا ہے اور اس طرح ایتھر کے استوانہ کو مفید استعمال کے قابل بنا دیتا ہے۔ دُہرے انجن سے بہترین نتائج حاصل کرنے کے لیے یہ معلوم کیا گیا کہ بھاپ کے استوانہ میں عقبی دباؤ کافی طور پر بلند ہونا ضروری ہے۔ (تقریباً ۷ پونڈ فی مربع انچ)۔ نتیجہ یہ کہ اگرچہ اس عقبی دباؤ کے ساتھ کام کر کے دُہرا انجن صرف بھاپ انجن سے زیادہ کفایتی ہوتا ہے لیکن کفایت کی مقدار حالیہ عمدہ تجویز شدہ انجنوں کے مقابلہ میں جو تقریباً ۲ پونڈ فی مربع انچ مطلق عقبی دباؤ کے ساتھ کام کرتے ہیں۔ نہایت ہی خفیف ہوتی ہے۔ دوسرے الفاظ میں ایک کم استعداد والا بھاپ انجن ایک ایتھر (یا دوسرا طیران پذیر مائع) کے استوانہ کے اضافہ سے کفایتی دُہرا انجن بن سکتا ہے لیکن دُہرے انجن کی استعداد حالیہ سادے بھاپ انجن سے کچھ ہی زیادہ ہوگی۔

دُہرے بخار کے انجن کے حر حرکیاتی اصول ذیل کی مثال سے بالکل واضح ہو جائینگے۔

مثال — SO_2 کو طیران پذیر مائع کی حیثیت سے استعمال کرنے والے دُہرے بخار کے انجن میں بھاپ کی ابتدائی تپش ۳۲۰° ف ہے، اخراج کی تپش = ۱۰۰° ف۔ SO_2 کی ابتدائی تپش = ۹۵° ف، اخراجی تپش = ۶۰°، SO_2 مائع کی حرارت نوعی = ۰٫۴ اور SO_2 کی مخفی حرارت = ۱۷۶ - ۰٫۲۷ (ت - ۳۲) دیے ہوئے ہوں تو دریافت کرو

(ا) صرف بھاپ انجن کی استعداد

(ب) بخار کے استوانہ میں استعمال شدہ SO_2 کا وزن فی پونڈ بھاپ، بھاپ استوانہ میں۔

(ج) دونوں استوانوں کی مجموعی استعداد

(۱۰۰) فرض کرو دونوں استوانے رینکن کے دور پر کام کرتے ہیں اور بھاپ اور SO_2 دونوں اپنے اپنے استوانوں میں داخل ہوتے وقت خشک ہیں۔ (جامعہ لندن)

خ = ۱۱۱۴ − ۰٫۷ × ۳۲۷ = ۱۱۱۴ − ۲۲۹ = ۸۸۵ ب۔ح۔ا

(ل) دفعہ ۵، (۳) کی رو سے

صرف بھاپ انجن کی استعداد

= [(۵۶۰ − ۷۸۶) (۱ + ۸۸۵/۷۸۶) − ۵۶۰ لوک_و ۷۸۶/۵۶۰] / (۵۶۰ − ۷۸۶ + ۸۸۵)

= (۱۹۰٫۵۸ − ۲٫۱۲۴ × ۲۲۶) / ۱۱۱۲ = ۲۹۲ / ۱۱۱۲

= ۰٫۲۶۲ یا ۲۶٫۲ فیصد

(ب) ہم کو پہلے اخراجی بھاپ کی خشکی کی کسر کی ضرورت ہوگی یا راست لا۲ خ۲ حاصل کر سکتے ہیں

لا۲ خ۲ = ت۲ (خ۱/ت۱ + لوک_و ت۱/ت۲) (دفعہ ۴۶)

= ۵۶۰ (۸۸۵/۷۸۶ + لوک_و ۷۸۶/۵۶۰)

= ۵۶۰ (۱٫۱۲۴ + ۰٫۳۴۰) = ۵۶۰ × ۱٫۴۶۴

= ۸۲۰ ب۔ح۔ا

نوٹ:۔ اس کو حسب ذیل طریقہ سے بھی معلوم کیا جا سکتا ہے چونکہ پھیلاؤ حرنا گذار ہے لا۲ خ۲ = پہنچائی ہوئی خالص حرارت ۔ کیا ہوا کام

= ۱۱۱۲ − ۲۹۲ = ۸۲۰ ب - ح - ا مثل پہلے کے۔

فی پونڈ اخراجی بھاپ SO_2 کو بخار بنانے کے لیے حرارت جو دستیاب ہو سکتی ہے۔

= ل۲ خ۲ + ح۱۰۰ − ح۹۵

= ۸۲۰ + ۵

= ۸۲۵ ب - ح - ا

SO_2 کی تبخیر کی حرارت ۶۰° ف سے ۹۵° ف تک

= ۰٫۴ (۹۵ − ۶۰) + ۱۷۶ − ۰٫۲۷ (۹۵ − ۳۲)

= ۱۴ + ۱۷۶ − ۱۷

= ۱۷۳ ب - ح - ا

∴ فی پونڈ بھاپ SO_2 کا وزن = ۸۲۵ / ۱۷۳ = ۴٫۷۷ پونڈ

(ج) فی پونڈ SO_2 کا کام دفعہ ۵۷ (۷) کی رو سے

= (۹۵ − ۶۰) (۰٫۴ + ۱۵۹ / ۵۵۵) − ۰٫۴ × ۵۲۰ لوگ (۵۵۵ / ۵۲۰)

= ۳۵ × ۰٫۶۸۶ − ۰٫۴ × ۵۲۰ × ۲٫۳۰۲۶ × ۰٫۰۲۸۳

= ۲۴٫۰۱ − ۱۳٫۵۵

= ۱۰٫۴۶ ب - ح - ا

∴ ۴٫۷۷ پونڈ SO_2 کے لیے کام

= ۱۰٫۴۶ × ۴٫۷۷

= ۴۹٫۸۶ ب - ح - ا

ہر پونڈ بھاپ کے لیے کیا ہوا کل کام

= ۲۹۲ + ۴۹٫۸۶

= ۳۴۱٫۸۶ ب - ح - ا

حسی حرارت فی پونڈ اخراجی SO_2 کے لیے

= ۰٫۴ (۶۰ − ۳۲)

= ۱۱ء۲ ب۔ح۔ا

۴ء۷۶۶۷ پونڈ کی حرارت ظاہری

= ۱۱ء۲ × ۴ء۷۶۶۷

= ۵۳ء۳۹ ب۔ح۔ا

∴ فی پونڈ بھاپ دُہرے انجن کو پہنچائی ہوئی خالص حرارت (۱۰۱)

= ۸۸۵ + (۳۲۷ − ۳۲) − ۵۳ء۳۹ = ۱۱۲۶ء۶ ب۔ح۔ا

لہذا مجموعی استعداد

= کل کیا ہوا کام / پہنچائی ہوئی حرارت = ۳۴۱ء۸۶ / ۱۱۲۶ء۶

= ۰ء۳۰۳ یا ۳۰ء۳ فیصد

امثلہ نمبری (۴)

(۱) کیا ہوا کام دریافت کرو جب کہ ایک پونڈ بھاپ حرناگذار طور پر ۸۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق سے ۱۵ پونڈ مربع انچ مطلق تک پھیلتی ہے (ل) جبکہ بھاپ ابتدائً خشک اور سیر شدہ ہے۔ (ب) جبکہ خشکی کی کسر ابتدائً ۰ء۹ ہے۔ ۸۰ پونڈ مطلق پر ایک پونڈ خشک بھاپ کا حجم = ۵ء۴۷ مکعب فٹ اور ۱۵ پونڈ مطلق پر ۲۶ء۲۷ مکعب فٹ دیے ہوئے ہیں کسی دوسرے مطلوبہ مقدارات کے لیے بھاپ جداول استعمال کیے جاسکتے ہیں۔

(۲) ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق پر ۳۰ فیصد تر بھاپ حرناگذار طور پر ۲۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک پھیلتی ہے۔ پھیلاؤ کے بعد اس کی تری معلوم کرو۔ اگر پھیلاؤ د حجم^ن = مستقل سے تعبیر ہو تو ن معلوم کرو۔

(۳) سیر شدہ بھاپ استعمال کرنے والا بھاپ انجن بغیر پھیلاؤ کے کام کرتا ہے۔ ابتدائی دباؤ ۱۲۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے۔ اور اخراجی دباؤ ۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۱۶۲ء۳° ف) فی پونڈ بھاپ کیا ہوا کام اور حساب کے ذریعہ انجن کی استعداد

دریافت کرو اور تپش ناکارگی کے تختہ سے (ا) جبکہ بھاپ ابتدائً خشک اور سیر شدہ ہے۔
(ب) جبکہ ابتدائی خشکی کی کسر ۸ء۰ ہے [۱۲۰ پونڈ مطلق کے تحت ایک پونڈ خشک سیر شدہ
بھاپ کا حجم = ۲۶ء۳ مکعب فٹ اور تپش = ۳۴۱° ف دیے ہوئے ہیں]۔

(۴) ایک انجن خشک سیر شدہ بھاپ استعمال کرنے والا رنیکن کے دور پر تپشوں کے حدود ۳۵۰° اور ۱۰۴° ف کے درمیان کام کرتا ہے۔ فی پونڈ بھاپ کیا ہوا کام اور دور کی استعداد دریافت کرو۔

(۵) مسئلہ ۴ حل کرو اگر بھاپ کی ابتدائی خشکی کی کسر ۸۵ء۰ ہو۔

(۶) ایک بھاپ انجن کے لیے ۲۰۰ ب-ح-ا فی منٹ فی اسپی طاقت مطلوب ہیں جبکہ تپش کے حدود ۳۹۰° ف اور ۱۰۱° ف کے درمیان کام کرے۔ اس انجن کی حرارتی استعداد کے اور تپش کے یکساں حدود کے درمیان (ا) رنیکن کے دور پر (ب) کارنو کے دور پر کام کرنے والے تصوری انجن کی استعداد کے درمیان نسبت دریافت کرو۔

(۷) ۳۰۳° ف اور ۱۰۱° ف تپشوں کے درمیان رنیکن کے دور پر کام کرنے والے انجن کے لیے فی گھنٹہ فی اسپی طاقت کتنے پونڈ بھاپ مطلوب ہے

(۸) ۱۸۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۳۷۳° ف) اور ۵۲۰° ف پر کی پُر گرم بھاپ حرناگذار طور پر ۶ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۱۷۰° ف) تک پھیلتی ہے۔ فرض کرو کہ یہ بھاپ رنیکن کے دور پر کام کرتی ہے فی گھنٹہ فی اسپی طاقت مطلوبہ بھاپ کا وزن اور پھیلاؤ کے بعد بھاپ کی خشکی دریافت کرو۔ (رنج = ۵ء۰)۔

(۹) ایک انجن کو ۱۲۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۳۴۱° ف) پر کی پُر گرم بھاپ پہنچائی جاتی ہے اور ۴ پونڈ مطلق (ت = ۱۵۳° ف) پر خارج ہوتی ہے۔ اوسط حرارت نوعی ۵ء۰ لے کر پُر گرمی معلوم کرو جو بھاپ کو بلند تر دباؤ پر دی جانا چاہیے تاکہ ادنیٰ تر دباؤ تک حرناگذار پھیلاؤ کے بعد بھاپ عین خشک اور سیر شدہ ہو۔ ایک انجن اس پُر گرمی کے درجہ کے ساتھ اور بالا دباؤں کے درمیان رنیکن کے دور پر کام کرتا ہے۔ اس کی حرارتی استعداد اور فی پونڈ بھاپ کیا ہوا کام دریافت کرو۔

(۱۰) ایک اسٹرلنگ انجن پر کالی تکمریری کون لگا ہوا ہے اعظم دباؤ ۱۳۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے اور اقل ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق۔ بلند تر اور کمتر تپشیں ۶۰۰° ف

اور ۸۰° ف ہیں۔ ایک کامل متعاکس بھاپ انجن خشک سیر شدہ بھاپ دباؤ کے ان ہی حدوں کے درمیان استعمال کرتا ہے۔ ان کے استعدادوں کا مقابلہ کرو۔ اگر فشارہ کی رفتار اور ضرب ہر انجن میں یکساں ہوں تو مساوی طاقت کے لیے استوانوں کے قطروں کا مقابلہ کرو۔ [۱۳۵ پونڈ مطلق پر بھاپ کی تپش = ۳۵۰° ف اور ۱۵ پونڈ مطلق پر = ۲۱۳° ف اور حجم نوعی ۱۵ پونڈ مطلق پر = ۲۶،۲۷ مکعب فٹ۔

(۱۱) ایک انجن پر بھاپ پیرہن اس طرح لگے ہوئے ہیں کہ پھیلاؤ کے دوران میں بھاپ خشک اور سیر شدہ رہتی ہے۔ اگر ابتدائی تپش ۴۰۰° ف ہو اور آخری عقبی دباؤ کی تپش ۱۰۱° ف ہو تو پیرہنوں کے ذریعہ فی پونڈ کامی بھاپ پہنچائی ہوئی حرارت اور انجن کی استعداد معلوم کرو۔

(۱۲) ایک انجن تپش کے حدود ۲۰۰° م اور ۶۰° م کے درمیان کام کرتا ہے۔
فی گھنٹہ فی اسپی طاقت مطلوبہ بھاپ کا وزن دریافت کرو۔ (ا) جبکہ رینکن کے دور پر (۱۵۷)
کام کرے (ب) جبکہ بھاپ پیرہن کے استعمال سے پھیلاؤ کے دوران میں بھاپ خشک اور سیر شدہ رکھی جائے۔

(۱۳) ایک مرکب بھاپ انجن میں اعلیٰ دباؤ کے استوانہ میں داخلہ کا دباؤ ۱۷۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے (مخ = ۸۵۵ ب۔ح۔ا اور ت = ۳۶۸،۵° ف) اور اخراج کا دباؤ ادنیٰ دباؤ کے استوانہ میں ۲ پونڈ مطلق ہے (ت = ۱۲۶° ف)۔ اعلیٰ دباؤ کے استوانہ کا عقبی دباؤ اور ادنیٰ دباؤ کے استوانہ میں داخلہ کا دباؤ ۵۰ پونڈ مطلق ہے (ت = ۲۸۱° ف) بھرن پانی دو منزلوں میں گرم کیا جاتا ہے پہلی منزل میں بھرن گرمانے کے لیے بھاپ ادنیٰ دباؤ کے بھاپ خانہ سے حاصل کی گئی اور دوسری منزل میں جوشارہ سے لی گئی۔ حرارت کا کوئی نقصان نہ ہونا اور کمل حرناگذار پھیلاؤ تصور کر کے انجن کی استعداد اور بھرن گرمانے کی وجہ استعداد میں اضافہ دریافت کرو۔

(۱۴) اگر سوال ۱۳ میں بھرن مسخن کو چھوڑتے وقت بھرن پانی کی تپش ۲۰۰° ف ہو اور بھرن گرمی صرف پہلی منزل سے حاصل ہو تو انجن کی استعداد دریافت کرو۔

(۱۵) ایک باز تکوینی تہرے پھیلاؤ کے انجن میں بھاپ کا ابتدائی دباؤ ۲۲۰ پونڈ مطلق ہے (مخ = ۸۳۶ ب۔ح۔ا، ت = ۳۹۰° ف) اور ادنیٰ دباؤ کے استوانہ میں

اخراج کا دباؤ ۲ پونڈ مطلق (ت = ۱۲۶° ف)۔ درمیانی بھاپ خانہ میں دباؤ ۱۰۰ پونڈ مطلق (ت = ۳۲۸° ف) اور ادنیٰ دباؤ کے بھاپ خانہ میں ۲۴ پونڈ مطلق (ت = ۲۳۸° ف) حرارت کا کوئی نقصان نہ ہونا اور مکمل حرناگذار پھیلاؤ تصور کر کے انجن کی استعداد معلوم کرو (ا) جبکہ بھرن دو منزلوں میں گرم ہو (ب) جبکہ بھرن گرانے کے لئے بھاپ صرف ادنیٰ دباؤ کے بھاپ خانہ سے لی گئی ہو۔

(۱۶) ایک جہاز کے صدر انجنوں کو ۲۰۰ پونڈ مطلق (ت = ۳۸۲° ف) پر بھاپ پہنچائی جاتی ہے جو ۱۷ پونڈ بھاپ فی مظہرہ اسپی طاقت فی گھنٹہ استعمال کرتے ہیں۔ مکثفہ کے پانی کی تپش ۱۲۰° ف ہے۔ اسی جوشارہ سے بھاپ ایک امدادی انجن کو پہنچائی جاتی ہے جس کا اخراج کرۂ ہوائی میں ہوتا ہے اور جو ۲۵ پونڈ بھاپ فی م-ا-ط فی گھنٹہ استعمال کرتی ہے۔ صدر انجن ۶۰۰۰ م-ا-ط اور امدادی انجن ۱۲۰ م-ا-ط پیدا کرتے ہیں۔ حقیقی استعداد دریافت کرو (ا) صرف صدر انجنوں کی (ب) تمام پلانٹ کی جبکہ امدادی انجن کا اخراج صدر انجنوں کے گرم کوئیں میں عمل میں آئے۔

(۱۷) ایک بھاپ انجن کے استوانہ کا قطر ۱۰ انچ اور ضرب ایک فٹ ہے۔ اگر ابتدائی دباؤ ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق اور کاٹ $\frac{1}{2}$ ضرب پر ہوتا ہے تو فراغ کو نظرانداز کر کے نظری اوسط اثری دباؤ معلوم کرو، عقبی دباؤ ۴ پونڈ مطلق ہے۔

اگر فراغ فشارہ کے ہٹاؤ کا ۱۲۵ء۰ ہو تو کتنی م-ا-ط معلوم کرو اگر انجن ۲۵۰ گردشیں فی منٹ کرتا ہے [نقشی قدر ۸۵ء۰ فرض کرو]۔

(۱۸) ۸۰ م-ا-ط پیدا کرنے کے لیے بھاپ انجن کے استوانہ کا قطر دریافت کرو۔ فشارہ کی رفتار ۶۵۰ فٹ فی منٹ ہے۔ بھاپ کا ابتدائی دباؤ ۱۲۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے اور عقبی دباؤ ۲ پونڈ مطلق، کاٹ $\frac{1}{3}$ ضرب، فراغ کا حجم فشارہ کے ہٹاؤ کا ۷ فیصد۔ نقشی قدر ۹ء۰ فرض کرو۔

(۱۹) ایک دُہرے عمل کے اکہرے استوانہ والا انجن جس کے استوانہ کا قطر ۱۴ انچ اور ضرب ۲۴ انچ ہے ۱۲۰ گردشیں فی منٹ سے دوڑتا ہے اور ۹۰ م-ا-ط پیدا کرتا ہے۔ بھاپ کا ابتدائی دباؤ ۹۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق اور عقبی دباؤ ۱۸ پونڈ مطلق۔ نقشی قدر ۷۸ء۰ لے کر پھیلاؤ کی نسبت دریافت کرو۔

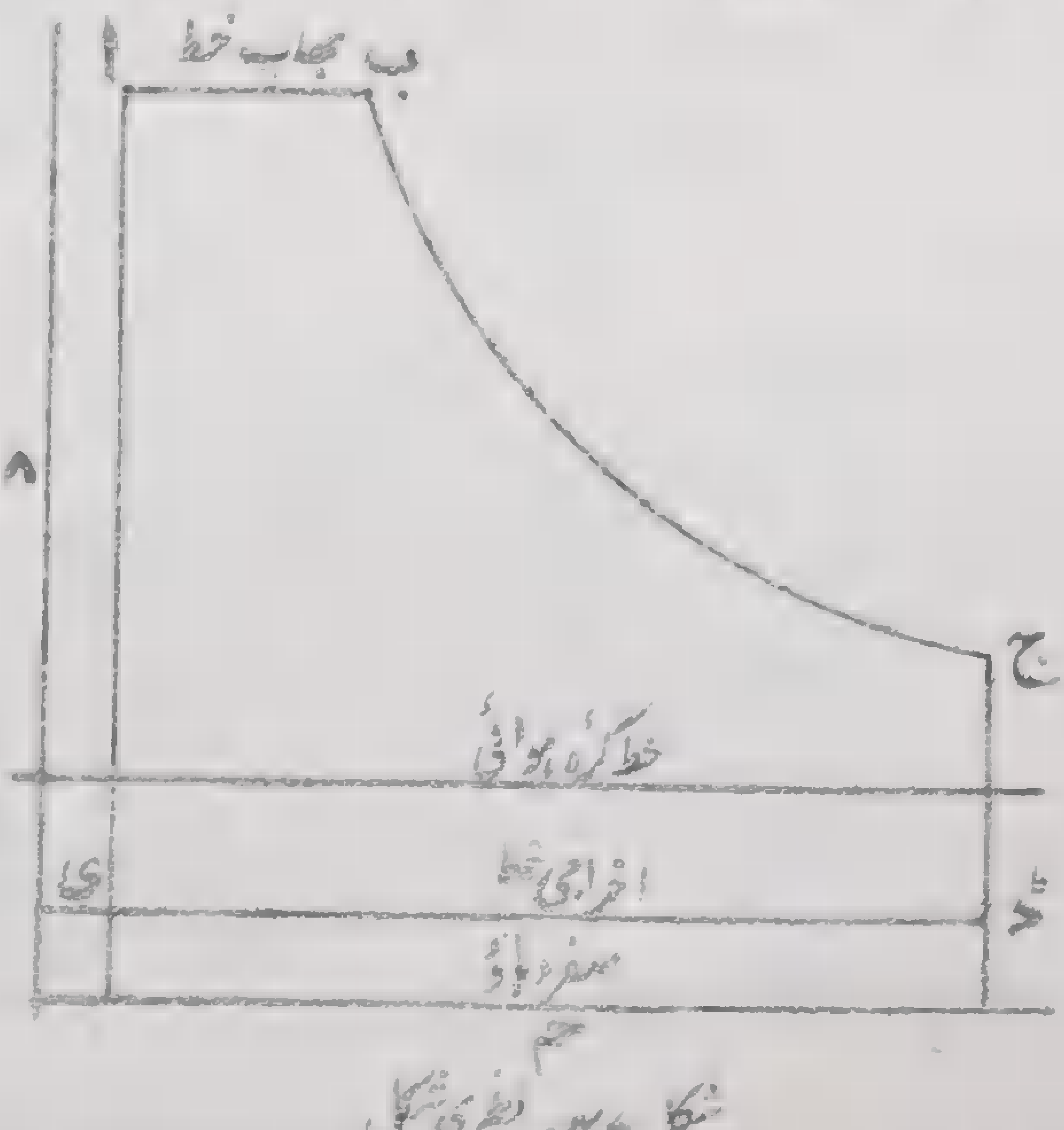
(۲۰) بھاپ اور SO_2 استعمال کرنے والے ایک دُہرے بخارہ انجن میں بھاپ کی ابتدائی تپش ۳۶۰° ف اور اخراج کی تپش ۲۰۱° ف۔ SO_2 کی ابتدائی تپش = ۱۱۰° ف اور اخراج کی تپش ۶۵° ف۔ مائع SO_2 کی حرارت نوعی = ۰٫۴ اور SO_2 کی حرارت مخفی = ۱۰۲ - ۰٫۲۷ (ت - ۳۲) دی گئی ہوں تو دریافت کرو (ا) صرف بھاپ استوانہ کی استعداد (ب) دُہرے انجن کی مجموعی استعداد۔ فرض کرو دونوں استوانے رینکن کے دور پر کام کرتے ہیں اور SO_2 اور بھاپ دونوں اپنے اپنے استوانوں میں داخل ہوتے وقت خشک ہیں۔

(۱۰۳)

پانچواں باب

بھاپ انجن (بسلسلۂ سابق)

۶۴ - **حقیقی مظہار شکل** ـــ دفعہ ۶۱ میں نظری شکل پر بحث ہو چکی ہے۔ اب ہم یہ معلوم کرینگے کہ حقیقی شکل تصوری شکل سے کس حد تک مطابقت کرتی ہے۔ شکل ۴۷ نظری شکل کو مکمل پھیلاؤ کے ساتھ ظاہر کرتی ہے اور شکل ۴۸ ایک عمدہ

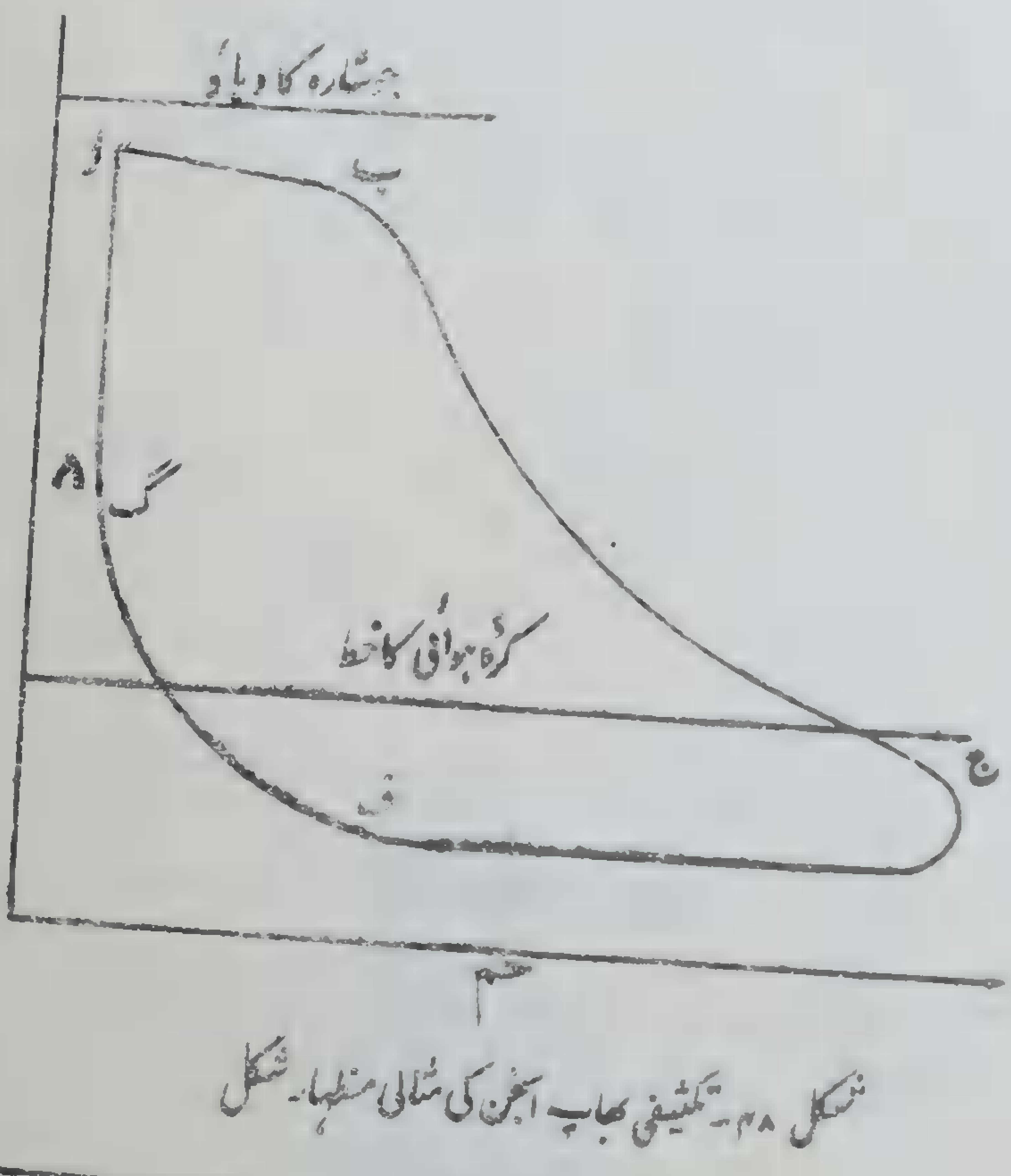


شکل ۴۷ - نظری شکل

مظہار شکل کے مثالی نمونہ کو بتلاتی ہے جو ایک تکثیفی انجن سے لی گئی ہے جس کے مختلف حصے ٹھیک طور پر تجویز کیے گئے اور ترتیب دیے گئے ہیں۔

شکل ۴۷ میں ا ب داخلہ کا خط ہے اور ب ج پھیلاؤ کا۔ کامی ضرب کے اختتام پر رہائی عمل میں آتی ہے اور دباؤ مستقل حجم کے تحت اخراجی دباؤ تک گھٹتا ہے۔ جیسے خط ج ڈ سے تعبیر کیا گیا ہے۔ اخراجی ضرب ڈ ی کے دوران میں دباؤ مستقل رہتا ہے اور ضرب کے اختتام پر اخراجی کواڑی بند ہوتی ہے اور بھاپ داخل ہوتی ہے اور دباؤ مستقل حجم کے تحت ی سے ا تک بڑھتا ہے۔

حقیقی انجن میں کاٹ پر نوک دار گوشہ کا حاصل کرنا ناممکن ہے، چونکہ کوئی کواڑی آن واحد میں بند نہ ہو سکیگی اس لیے کونہ گول ہوگا جیسے ب پر شکل ۴۸ میں بتلایا گیا ہے
اسی طرح ضرب کے اختتام پر ج کے پاس شکل گول ہوگی۔ اخراجی کواڑی پورے اخراجی (۱۰۴)
ضرب کے دوران میں کھلی نہیں رہتی بلکہ کسی نقطہ ف پر بند ہوگی اور بھاپ کو دباؤ گ تک



شکل ۴۸۔ تکثیفی بھاپ انجن کی مثالی مظہار شکل

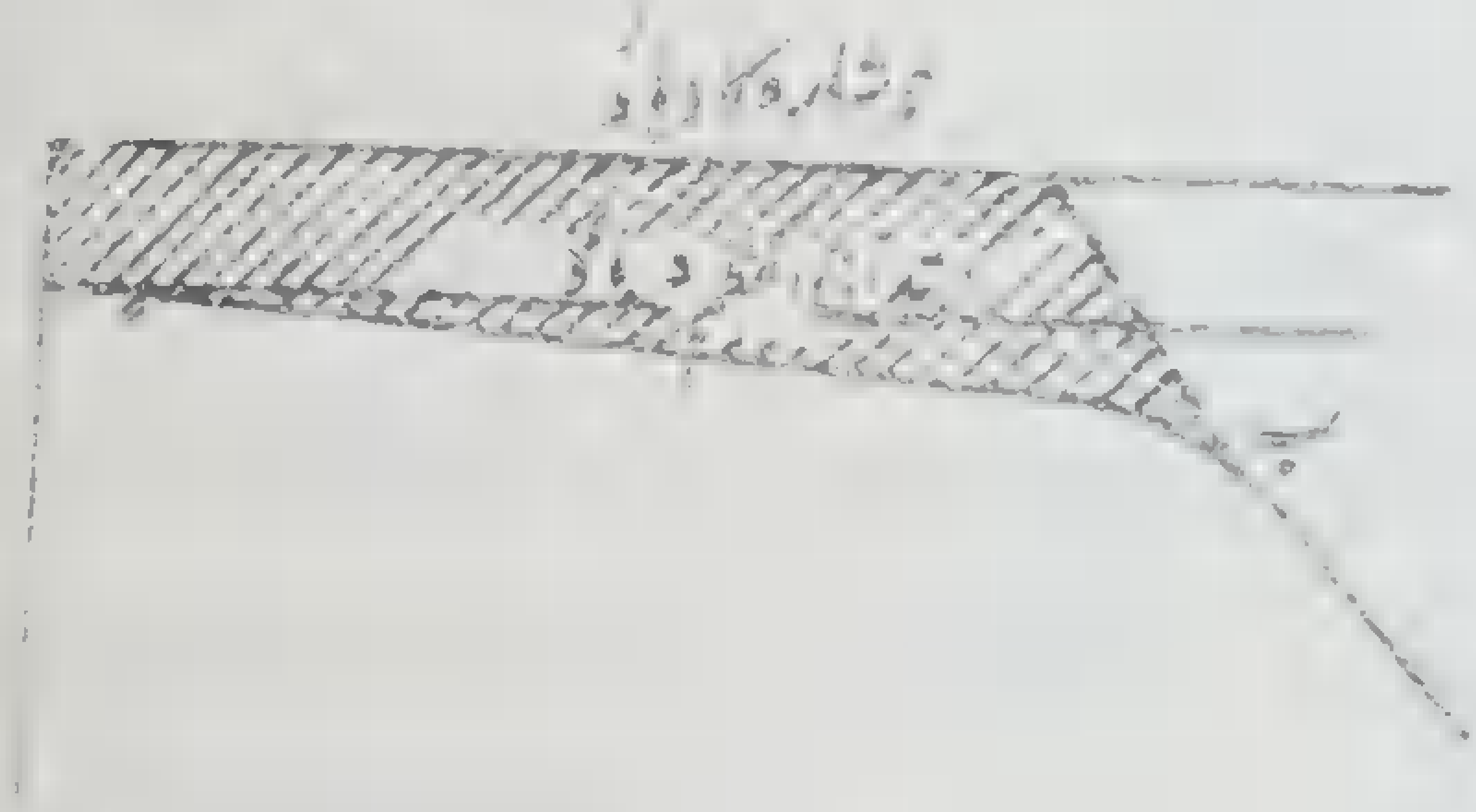
پچکانے سے ضرب ختم ہوگا پچکاؤ یا گدی جیلی وجوہات کے سبب دی جاتی ہے تاکہ انجن
کے متکافی حصے بغیر صدمہ کے بتدریج ساکن ہوں، اس سے انجن خوش رفتار ہوتا ہے
اور اس کی عمر بھی زیادہ ہوتی ہے۔ اس غرض کے لیے پچکاؤ کی مطلوبہ مقدار جذب
ہونے والی جمودی قوتوں پر منحصر ہوگی اور چند تیز رفتار انجنوں میں بھاپ کے ابتدائی
دباؤ تک پچکاؤ عمل میں آتا ہے۔ ان کونوں کو گول کرنے سے اوسط اثری دباؤ میں
کمی ہوگی جیسے دفعہ ۶۱ میں بیان ہو چکا ہے اور اس کمی کی مقدار انجن کے قسم پر منحصر
ہوگی (ملاحظہ ہو دفعہ ۷۸)۔

۶۵۔ داخلہ اور اخراج کے دوران میں تارکشی۔

داخلہ کے دوران (اب شکل ۴۸) میں استوانہ میں کا دباؤ جوشارہ کے دباؤ سے
ہمیشہ کم ہونا چاہیے کیونکہ جوشارہ سے انجن تک بھاپ کے بہاؤ کے لیے اختلاف
دباؤ ضروری ہے۔ یہ اختلاف تیز رفتار انجنوں میں جن کی بھاپ نلیاں لانبی ہوتی ہیں
زیادہ ہوتا ہے لیکن کسی صورت میں جوشارہ کے دباؤ کے دس فیصد سے زیادہ نہ ہونا چاہیے۔
فشارہ بڑھتی ہوئی رفتار کے ساتھ آگے حرکت کرتا ہے تو اس کے ساتھ داخلہ کا دباؤ بھی
عموماً گھٹتا ہے۔ داخلہ کے خط (اب شکل ۴۸) کا ڈھال نقطۂ کاٹ کی طرف ہوتا ہے۔
دباؤ کا یہ تنزل یا تارکشی کی وجہ یہ ہے کہ داخلہ کے دوران میں بھاپ دریچوں کا رقبہ
اتنا کافی نہیں ہوتا کہ بھاپ تیزی سے داخل ہو کر پورے دباؤ کو قائم رکھے۔ تیز رفتار (۱۰۵)
انجنوں میں یہ نقص بہ نسبت سست رفتار انجنوں کے زیادہ نمایاں ہوتا ہے اور ہمیشہ
دکھائی دیتا ہے جبکہ انجن اپنی پوری طاقت پیدا کرتا ہے۔ اگر تارکشی زیادہ نہ ہو تو یہ
نقص کوئی قابل لحاظ نہیں، چونکہ تیز رفتار انجنوں میں داخلہ کا خط افقی حاصل
کرنے کے لیے بھاپ دریچوں کا رقبہ بہت بڑا رکھا جاتا ہے۔

تارکشی ہمیشہ بھاپ کو اڑی گذارنے کے بعد عمل میں آئیگی چونکہ یہ کاٹ پر بند
ہوتی ہے اس لیے کونہ گول ہوگا جیسے دفعہ ۶۱ میں بیان کیا گیا ہے۔ کاٹ پر
تارکشی کی مقدار کواڑی کی قسم پر منحصر ہوگی، معمولی پھسل کواڑی کے ساتھ سب سے
زیادہ فوری بند ہونے والی کواڑی کے ساتھ سب سے کم۔

تارکشی کی وجہ داخلہ کے دوران میں ظاہری نقصان شکل ۴۹ میں سایہ دار رقبہ سے تعبیر ہوتا ہے لیکن حقیقی نقصان اس مقدار سے کم ہوتا ہے چونکہ تارکشی سے بھاپ خشک ہوتی ہے (دفعہ ۳۸) اور اس ظاہری نقصان شدہ کام کا ایک جزو بھاپ میں حرارت کی صورت میں ظاہر ہوتا ہے۔

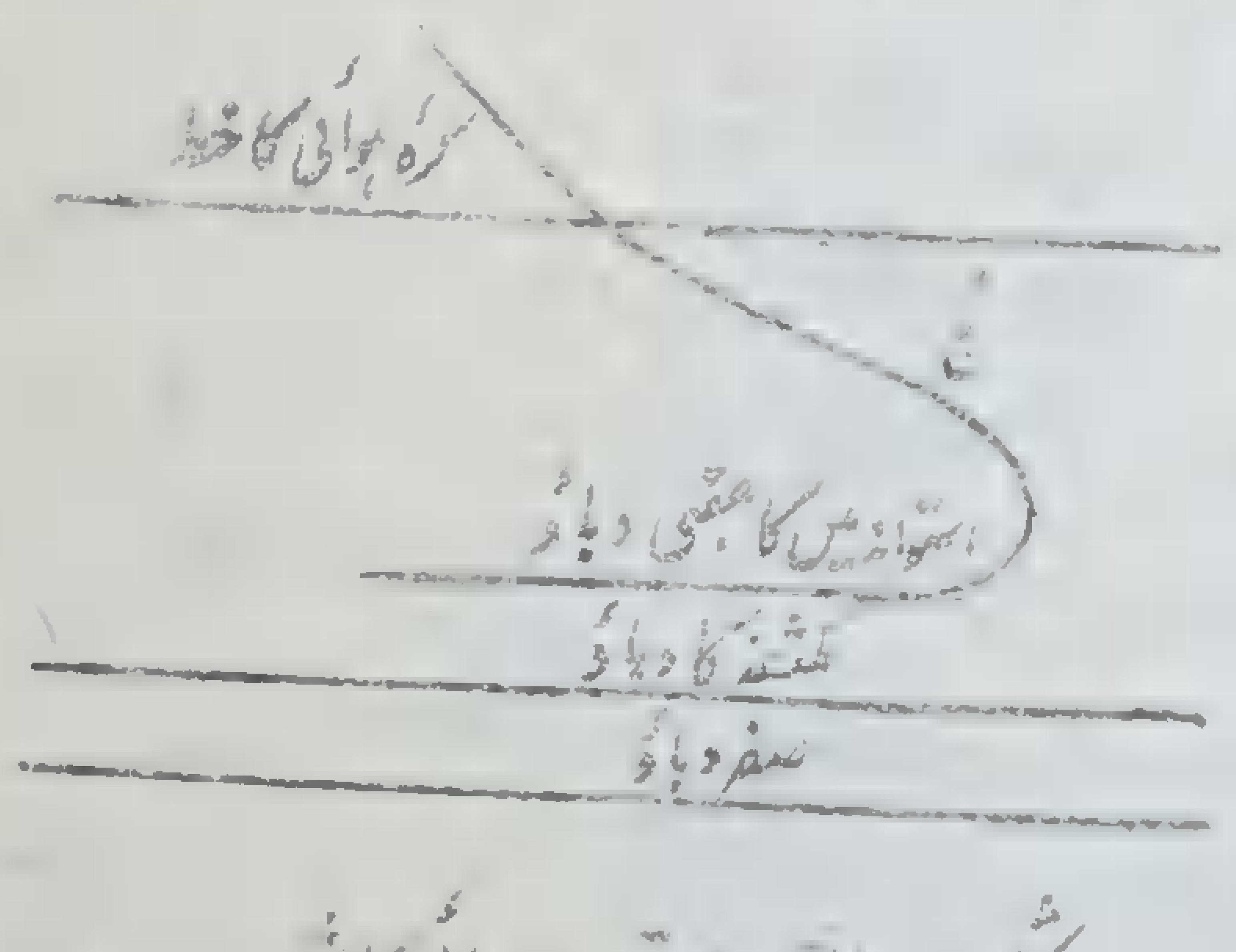


شکل ۴۹ داخلہ کے دوران تارکشی کی وجہ سے ظاہری نقصان

اخراج کے دوران میں استوانہ میں کے حقیقی عقبی دباؤ اور مکثفہ کے دباؤ میں فرق ہونا چاہیے تاکہ بھاپ استوانہ سے مکثفہ میں چلا جائے۔ اس فرق کی مقدار ایک حد تک استوانہ سے مکثفہ تک کے اخراجی راستوں کے رقبہ پر منحصر ہوگی اور عملاً ۳ء۱ پونڈ فی مربع انچ مناسب ہے۔

غیر تکثیفی انجن کے استوانہ میں عقبی دباؤ اسی وجہ سے کرۂ ہوائی کے دباؤ سے اتنی ہی مقدار زیادہ ہوگا

اخراج بتدریج ہونے کی وجہ کام ضرب ختم ہونے کے قبل نقطہ ج (شکل ۴۸) پر بھاپ رہا کی جاتی ہے تاکہ دباؤ تقریباً استوانہ کے عقبی دباؤ کے قریب قریب رہے جبکہ فشارہ کا اخراجی دباؤ شروع ہو۔ یہ پیش از وقت رہائی اور اخراج کا بتدریج کھلنا شکل کے نیچے کو گول بنا دیتے ہیں جو شکل ۵۰ سے ظاہر ہے



شکل ۵۰ - پیش از وقت رہائی کا اثر

۲۶ - فراغ اور گدی

--- فراغ کے ساتھ نظری شکل، شکل ۴۷ میں

بتلائی گئی ہے جس میں بھاپ پچکائی نہیں گئی، اس لیے اخراجی ضرب کے اختتام پر فراغ کا حجم خفیف عقبی دباؤ والی بھاپ سے بھرا ہوگا۔ بعد کے کامی ضرب کے ابتداء میں فشارہ پر کوئی کام ہونے کے قبل اس فراغ کو بھرنے کے لیے کافی بھاپ داخل کرنا ہوگا اور یہ بھاپ ضائع جائیگی۔ اگر پھیلاؤ کے دوران میں استوانہ میں کے (۱۰۶)
زائد فراغ کی بھاپ اوسط دباؤ کو شدید تر نہ کرتی (دفعہ ۶۲) (بہ نسبت اس دباؤ کے جو بغیر فراغ کے حاصل ہو) تو اس کے سبب صرف بھاپ کے اصراف میں زیادتی ہوجاتی حقیقتاً فراغ سے اوسط اثری دباؤ بڑھ جاتا ہے (اس لیے استوانہ میں کیا ہوا کام زیادہ ہوگا) لیکن اس کے ساتھ بھاپ کا اصراف اتنا زیادہ ہوتا ہے کہ استعداد گھٹ جاتی ہے۔

بھاپ کو نقطہ گ (شکل ۴۸) تک پچکانے سے فراغ کی وجہ کے نقصان میں تخفیف ہوتی ہے چونکہ بعد کے کامی ضرب کے ابتداء میں فراغ کا حجم گ پر کی شدید تر دباؤ والی بھاپ سے پُر رہے گا، اس لیے فشارہ پر کام ہونے کے قبل دباؤ کو اوپر کے داخلہ کے دباؤ تک لانے کے لئے کم بھاپ کی ضرورت ہوگی۔ اگر پچکاؤ اتنا زیادہ ہو کہ داخلہ کے قبل فراغ میں کا دباؤ بھاپ کے ابتدائی دباؤ تک بڑھ جائے تو فراغ کی وجہ سے نقصان درحقیقت کچھ نہ ہوگا چونکہ فراغ کے حجم کو بھرنے کے لئے بھاپ کی ضرورت نہ ہوگی اور کاٹ کے قبل داخل کی ہوئی تمام بھاپ انجن کے فشارہ پر کام کرنے کے لیے استعمال ہوسکے گی۔ ایسی صورت میں فشارہ پر کے اوسط اثری دباؤ میں بہت کمی ہوجائیگی اور اگر پورے بوجھ کے وقت اتنے درجہ کا پچکاؤ جائز رکھیں تو دی ہوئی رفتار کے لئے بڑے استوانوں کی ضرورت ہوگی۔

چونکہ بھاپ کے لیے کواڑی بتدریج کھلتی ہے اس لیے اخراجی ضرب ختم ہونے کے ذرا قبل ہی کواڑی عموماً کھولی جاتی ہے، یہ Pre-admission کہلاتا ہے، اور یہی کواڑی تقدم بھی کہلاتا ہے۔ کامی ضرب کی ابتداء میں فشارہ پر بھاپ کا پورا دباؤ ڈالنے کے سوائے pre-admission گدی دینے میں اور متکافی حصوں کو ساکن کرنے کے لیے جمودی قوتوں کو جذب کرنے میں مدد دیتا ہے۔

۹۶۔ پھیلاؤ اور اخراج کے دوران میں ابتدائی تکثیف اور باز تبخیر

— بھاپ جبکہ انجن کے استوانہ میں داخل ہوتی ہے تو وہ فراغ میں کی بھاپ سے مل کر استوانہ کی دیواروں سے مس کرتی ہے۔ چونکہ تقریباً تمام انجنوں میں استوانہ کی دیواروں کی تپش داخل ہونے والی بھاپ کی تپش سے کم ہوتی ہے اس لیے کچھ بھاپ کی تکثیف عمل میں آتی ہے۔ یہ ابتدائی تکثیف نقطۂ کاٹ تک جاری رہتی ہے اور اس کی مقدار داخل ہونے والی بھاپ اور استوانہ کی دیواروں کی تپش کے اختلاف پر اور فراغ کی سطح کی نوعیت پر یعنی خشک یا تر اور فراغ کے حجم پر منحصر ہوتی ہے۔

فراغ کا حجم جتنا زیادہ ہوگا اتنی ہی فراغ کی سطح بڑی ہوگی اور اس طرح ابتدائی تکثیف بھی زیادہ ہوگی۔ لہٰذا اسی سبب سے فراغ کا حجم عملاً جتنا کم ہو مناسب ہے۔ ایک دیے ہوئے فراغ کے ساتھ ابتدائی تکثیف، سطح فراغ کی وجہ تکثیف کی شرح جو اس پر منحصر ہوتی ہے۔ استوانہ کی دیواروں کے ساتھ بھاپ کے تماس کا وقفہ دیواروں پر کی رطوبت کی تپش اور مقداروں کے ذریعہ تکثیف ہونے والی بھاپ کی مقدار معلوم ہوتی ہے۔

کاٹ پر پہنچنے کے بعد پھیلاؤ کی وجہ زیادہ بھاپ کی تکثیف ہوگی لیکن جلد ایک نقطہ آئیگا جہاں دباؤ کے (اور اس لیے بھاپ کی سیری کی تپش کے) تنزل کی وجہ کچھ پانی کی باز تبخیر ہوگی۔ پھیلاؤ کے دوران میں یہ باز تبخیر نقطۂ رہائی تک جاری (۱۸۵) رہتی ہے۔ جب اخراج کے لیے کواڑی کھلتی ہے تو دباؤ میں مزید تخفیف اور باز تبخیر کی شرح میں اضافہ ہوتا ہے، اور اخراجی ضرب کے دوران میں بچکاؤ کے آغاز تک جاری رہتی ہے، جہاں بھاپ تقریباً خشک اور سیر شدہ ہوتی ہے۔

مذکورۂ بالا سے ظاہر ہے کہ داخلہ کے دوران میں استوانہ کی دیواریں بھاپ سے حرارت حاصل کرتی ہیں جس سے ان کی تپش میں ترقی ہوتی ہے اور ابتدائی تکثیف عمل میں آتی ہے۔ پھیلاؤ اور اخراج کے دوران میں استوانہ کی

دیواروں میں اس طرح جمع شدہ حرارت کا کچھ حصہ بھاپ کو واپس کیا جاتا ہے، اس لیے باز تبخیر عمل میں آتی ہے جس کا نتیجہ دیواروں کی تپش کا تنزل ہے۔

تکثیف کی مقدار استوانہ کی دیواروں کی اوسط تپش پر بھی منحصر ہوتی ہے اور تپش کی مساوی وسعت کے لئے اوسط تپش کے گھٹنے سے بڑھتی ہے۔

۶۸۔ استوانہ کے دیواروں کی تپش کی وسعت

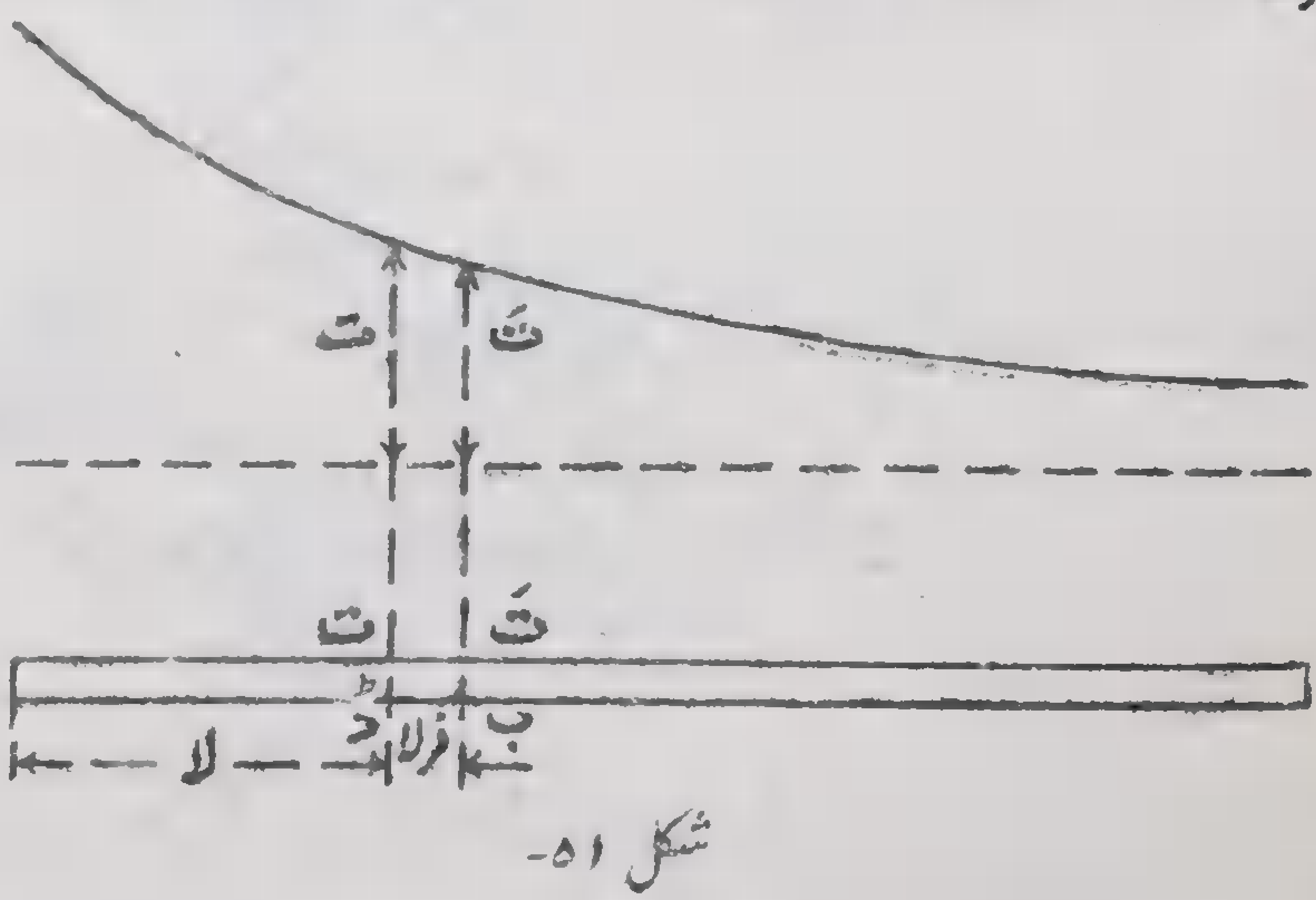
اگر ایک دھات کی تختی میں سے حرارت برقراری کے ساتھ منتقل ہو رہی ہو جس کی موصلیت ک، موٹائی لا، ایک جانب تپش $ت_1$ اور دوسری جانب $ت_2$ تو یہ معلوم ہے کہ حرارت کی مقدار فی ثانیہ جو تختی کے اکائی رقبہ میں سے گزرتی ہے

$$ح = ک \cdot \frac{ت_1 - ت_2}{لا}$$

اگر حرارت کا بہاؤ برقرار نہ ہو تو کسی اکائی تراش میں سے منتقل شدہ حرارت کی مقدار

$$ح = -ک \frac{فرت}{فرلا}$$

جہاں $\frac{فرت}{فرلا}$ اس تراش پر تپش کی ڈھال ہے۔



شکل ۵۱۔

ایک سلاخ میں حرارت کے بہاؤ پر غور کرو جس کی یکساں عمودی تراش ا ہے۔ فرض کرو ایک نقطہ ڈ پر تپش ت ہے جس کا فاصلہ ایک سرے سے لا ہے اور نقطہ ب پر تپش تَ اور اسی سرے سے فاصلہ لا + مف لا (شکل ۱۵) تب

$$\bar{\text{ت}} = \text{ت} + \frac{\text{فر ت}}{\text{فر لا}} . \text{مف لا}$$

جہاں $\frac{\text{فر ت}}{\text{فر لا}}$ دونوں نقطوں کے درمیان اوسط تپش کا ڈھال ہے۔ حرارت کا بہاؤ (۱۰۸)
ب پر کی تراش میں سے فی ثانیہ

$$-\text{ک ا} \frac{\text{فر}}{\text{فر لا}} \left(\text{ت} + \frac{\text{فر ت}}{\text{فر لا}} . \text{مف لا}\right) \quad \text{ہوگا}$$

$$= -\text{ک ا} \left(\frac{\text{فر ت}}{\text{فر لا}} + \frac{\text{فر}^2 \text{ ت}}{\text{فر لا}^2} . \text{مف لا} \right)$$

اگر حرارت کے بہاؤ کی حالت برقرار ہو جائے تو ڈ اور ب کے تراشوں میں سے بہنے والی حرارت کی مقداروں کا فرق اشعاع کے ذریعہ ضائع ہونا چاہیے، لہذا ڈ سے ب تک اشعاع کی وجہ نقصان حرارت فی ثانیہ

$$= -\text{ک ا} \frac{\text{فر ت}}{\text{فر لا}} . \text{مف لا} - \left\{ -\text{ک ا} \left(\frac{\text{فر ت}}{\text{فر لا}} + \frac{\text{فر}^2 \text{ ت}}{\text{فر لا}^2} . \text{مف لا} \right) \right\}$$

$$= \text{ک ا} \frac{\text{فر}^2 \text{ ت}}{\text{فر لا}} . \text{مف لا} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

فرض کرو ی = سلاخ کی سطحی اخراجیت (surface emissivity) اور گ اس کا احاطہ تب
حرارت جو فی ثانیہ ج سے ب تک اشعاع ہوئی

$$= \text{ی گ ت مف لا} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

(۱) اور (۲) کو مساوات میں لانے سے

$$\text{ک}\ \text{ا}\ \frac{\text{فر}^{2}\text{ت}}{\text{فر لا}^{2}}\ \text{مف لا} = \text{ی گ ت مف لا}$$

$$\text{یا}\ \text{ک}\ \text{ا}\ \frac{\text{فر}^{2}\text{ت}}{\text{فر لا}^{2}} = \text{ی گ ت} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۳)$$

اس کے بعد برقرار حالت پر پہنچنے کے قبل حرارت کے بہاؤ پر غور کرو۔ اس منزل کے دوران میں پرت ڈ ب (جس کی موٹائی مف لا ہے) میں داخل ہونے والی اور اس سے خارج ہونے والی حرارتوں کا فرق اشعاع میں ضائع ہونے کے سوائے اس پرت کی تپش میں اضافہ کرنے کے لیے صرف ہوتا ہے۔

فرض کرو سلاخ کے مادہ کی حرارتی گنجائش فی اکائی حجم ج ہے اور فرض کرو وقت مف ق میں پرت ڈ ب کی اوسط تپش میں مف ت کا اضافہ ہوا ہے تب پرت کی تپش میں اضافہ کرنے کے لیے فی ثانیہ جو حرارت خرچ ہوتی ہے

$$= \text{ج}\,.\,\text{ا}\,.\,\text{مف لا}\,.\,\frac{\text{فر ت}}{\text{فر ق}}$$

اور مساوات (۳) یہ ہوگی۔

$$\text{ک}\,.\,\text{ا}\,.\,\frac{\text{فر}^{2}\text{ت}}{\text{فر لا}^{2}} = \text{ی گ ت} + \text{ج}\,.\,\text{ا}\,.\,\frac{\text{فر ت}}{\text{فر ق}} \quad \ldots\ldots\ldots (۴)$$

اب اگر فرض کیا جائے کہ سلاخ پر حرارت کا ایک مکمل غیر موصل لپیٹا گیا ہے یا دوسرے الفاظ میں یوں غور کرو کہ حرارت ایک لامتناہی رقبہ والی تختی میں سے بہہ رہی ہے تب اس صورت میں ی = ۰ اور مساوات (۴) حسب ذیل ہوگی

$$\text{ک}\,.\,\text{ا}\,.\,\frac{\text{فر}^{2}\text{ت}}{\text{فر لا}^{2}} = ۰ + \text{ج}\,.\,\text{ا}\,.\,\frac{\text{فر ت}}{\text{فر ق}}$$

$$\text{یا}\ \frac{\text{ک}}{\text{ج}}\,.\,\frac{\text{فر}^{2}\text{ت}}{\text{فر لا}^{2}} = \frac{\text{فر ت}}{\text{فر ق}}$$

(۱۹)

جس کو اس طرح بھی لکھ سکتے ہیں

$$\text{ک}\ \frac{\text{فر}^{2}\text{ت}}{\text{فر لا}^{2}} = \frac{\text{فر ت}}{\text{فر ق}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۵)$$

جہاں ک = $\frac{\text{ک}}{\text{ج}}$ مادہ کی نافذیت۔

مساوات (۵) کے ذریعہ دھات کی موٹائی میں کے مختلف نقاط پر کی تپش کا تعلق تپش کے تغیر کی شرح کے ساتھ معلوم ہوتا ہے۔

اسطوانہ کی دیواروں کی اندرونی جھلی کی تپش میں ایک دوری تغیر تصور کیا جائے تو دیواروں کی موٹائی میں ایک نقطہ پر تپش کے تغیرات بعد ایک وقفہ کے ایک خاصیت پر پہنچ جائینگے اور اوسط تپش برقرار رہیگی۔ فرض کرو کرنک کی یکساں رفتار ن گردش فی منٹ ہے، ت کسی آن دیواروں کی سطح کی تپش، ت_1 اعظم تپش اور $-\text{ت}_1$ اقل تپش یعنی اسطوانہ کے دیواروں کی جھلی کی تپش کی وسعت اوسط تپش کے ت_1 اوپر سے ت_1 نیچے تک بدلتی ہے۔

تب $\text{ت} = \text{ت}_1 \,\text{جم}\, \text{طہ}$

$= \text{ت}_1 \,\text{جم}\, ۲\pi \,\text{ن ق}$ .... (۶)

جہاں طہ کرنک کا گھوما ہوا زاویہ ق منٹ میں

(۵) اور (۶) سے

$$\text{ک}\cdot\frac{\text{فر}^2\text{ت}}{\text{فرلا}^2} = \frac{\text{فرت}}{\text{فرق}} = \frac{\text{فر}}{\text{فرق}}\left(\text{ت}_1 \,\text{جم}\, ۲\pi\,\text{ن ق}\right)$$

$$\therefore\ \text{ک}\cdot\frac{\text{فر}^2\text{ت}}{\text{فرلا}^2} = \frac{\text{فرت}}{\text{فرطہ}}\times ۲\pi\,\text{ن}$$

$$\frac{\text{فر}^2\text{ت}}{\text{فرلا}^2} - \frac{۲\pi\text{ن}}{\text{ک}}\cdot\frac{\text{فرت}}{\text{فرطہ}} = ۰$$

فرض کرو $\sqrt{\frac{\pi\text{ن}}{\text{ک}}} = \text{مہ}$

تب $\frac{\text{فر}^2\text{ت}}{\text{فرلا}^2} - ۲\,\text{مہ}^2\,\frac{\text{فرت}}{\text{فرطہ}} = ۰$ .... (۷)

اس مساوات کا حل یہ ہے

$\text{ت} = \text{ت}_1\, \text{ی}^{-\text{مہ لا}}\, \text{جم}\,(\text{طہ} - \text{مہ لا})$ .... (۸)

اب کسی آن میں سطح کی تپش ت = ت؎ جم طہ ہے لہذا (۸) کی رو سے جس کے ذریعہ دعات ہیں کے کسی نقطہ پر کی تپش حاصل ہوتی ہے، ہم دیکھتے ہیں کہ کسی آن میں دیواروں کی اندرونی جھلی سے لا فاصلہ پر کسی ایک نقطہ پر وسعتِ تپش ت؎ سے ت؎ ی$^{-مہ لا}$ تک گھٹتی ہے اور حقیقی تپش سطح کی تپش سے مہ لا زاویہ پیچھے رہتی ہے۔ لہذا جب کہ تپش کی موجیں ایک پورے دور سے پیچھے رہ جائیں یعنی جب کہ مہ لا = ۲π تو وہ سطح کی موجوں کی ہیئت میں رہینگی۔ گہرائی جس پر یہ واقع ہوتا ہے معلوم کرنے کے لیے :-

$$\text{مہ لا} = 2\pi \quad \text{یا} \quad \text{لا} = \frac{2\pi}{\text{مہ}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{\text{ن}\,\pi}{\text{ک}}}}$$

$$\therefore \quad \text{لا} = \sqrt{\frac{4\pi^2\,\text{ک}}{\pi\,\text{ن}}} = \sqrt{\frac{4\pi\,\text{ک}}{\text{ن}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۹)$$

(۱۰) مسرز کیلنڈر اور نکلسن؎ کی حاصل کردہ ک کی قیمتیں درج کرنے سے
ک = ۳٫۵ اور ج = ۵٫۴ ∴ ک = ۱٫۲۰

$$\text{لا} = \sqrt{\frac{1.2 \times 3.1416 \times 4}{\text{ن}}} = \sqrt{\frac{15.1}{\text{ن}}} \quad \ldots\ldots\ldots (۱۰)$$

اس نقطہ پر تپش کا تغیر (۸) کی رو سے اوسط تپش کے اوپر یا نیچے ت = ت؎ ی$^{-مہ لا}$ جم طہ ہے اور ت کی اعظم قیمت = ت؎ ی$^{-مہ π}$
= ت؎ ی$^{-۲π}$
ی کے لیے ۲٫۷۱۸۲ مندرج کرنے سے

۱؎ Proc. Inst. C. E., vol. cxxxi 1898 (انسٹیٹیوشن آف سیول انجینیرز کی روداد جلد ۱۳۱ ۱۸۹۸ء۔

ت کی اعظم قیمت اس گہرائی پہ جہاں تپش کی موجلیں سطح کی موجوں کی ہیئت میں ہوتی ہیں

$$ت = \frac{ت_١}{(٢،٧١٨٢)^{\pi}} = \frac{ت_١}{٥٣٧}$$

اگر ہم رفتار ۱۰۰ اگردشیں فی منٹ تصور کریں تو

$$لا = \sqrt{\frac{١٥،١}{١٠٠}} = ٠،٣٨٨ \text{ انچ}$$

اور ایک تپش پیما دھات میں اس گہرائی پر رکھا جائے تو وہ تقریباً ایک برقرار نشان بتلاتا رہیگا۔

حرارت کے بہاؤ کی شرح ۔ اب $ح = -ک \frac{فرت}{فرلا}$ کسی آن میں ح معلوم کرنے کے لیے $\frac{فرت}{فرلا}$ سطح پر معلوم کرنا چاہیے۔

(۸) سے

$$ت = ت_١ ی^{-مہ لا} جم (طہ - مہ لا)$$

$$\therefore \frac{فرت}{فرلا} = -مہ ت_١ ی^{-مہ لا} جم (طہ - مہ لا)$$
$$+ مہ ت_١ ی^{-مہ لا} جب (طہ - مہ لا)$$

سطح پر لا = ۰ درج کرنے سے

$$\frac{فرت}{فرلا} = مہ ت_١ (جب طہ - جم طہ)$$

$$\therefore ح = ک مہ ت_١ (جم طہ - جب طہ) \quad ....(١١)$$

اب ح کی مثبت قیمت اعظم اس وقت ہوگی جبکہ (جم طہ - جب طہ) اعظم ہو۔

یعنی جبکہ $\frac{فر}{فرطہ}(جم طہ - جب طہ) = ٠$

- جب ط - جم ط = ۰

یا جبکہ جم ط = - جب ط

یہ واقع ہوتا ہے جبکہ ط = - π/۴

بعد ازاں ہم کو ط کی قیمتیں چاہییں جن کے درمیان حرارت دھات میں بہہ رہی ہو۔ (۱۱) سے ح = ۰ جبکہ جم ط = جب ط یعنے جبکہ ط = π/۴ یا - ۳π/۴ اور چونکہ ح اعظم ہوتا ہے جبکہ ط = - π/۴، اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ حرارت دھات میں بہنا چاہیے جبکہ ط - ۳π/۴ سے π/۴ تک بدلتا ہے۔ (۱۱۱)

اب حرارت کا بہاؤ فی منٹ

ح = ک مہ ت۱ (جم ط - جب ط) } (۱۱) ب

∴ حرارت کا بہاؤ فی اکائی زاویہ

= ح / ۲π ن = ک / ۲π ن . مہ ت۱ (جم ط - جب ط)

اور فی گردش بہنے والی حرارت یہ ہے

∫ (از - ۳π/۴ تا π/۴) ک / ۲π ن . مہ ت۱ (جم ط - جب ط) فر ط

= ک مہ ت۱ / ۲π ن ∫ (از - ۳π/۴ تا π/۴) (جم ط - جب ط) فر ط

= ک مہ ت۱ / ۲π ن [(جب ط) (از - ۳π/۴ تا π/۴) + [جم ط] (از - ۳π/۴ تا π/۴)]

$$= \frac{\text{ک مہ ت}_{۱}}{۲\pi\,\text{ن}} \left[\left(\frac{۱}{۲\text{ہ}} + \frac{۱}{۲\text{ہ}} \right) + \left(\frac{۱}{۲\text{ہ}} + \frac{۱}{۲\text{ہ}} \right) \right]$$

$$= \frac{۲\text{ہ}\;\text{ک مہ ت}_{۱}}{\pi\,\text{ن}}$$

لیکن $\text{مہ} = \sqrt{\frac{\pi\,\text{ن}}{\text{ک}\,\text{ہ}}}$ اور $\text{ک} = ۴.۵$ ، $\text{کسا} = ۱.۲$

$\therefore$ فی گردش بہنے والی حرارت

$$= \frac{\text{ک}}{\sqrt{\text{ہ}\,\text{کسا}}} \sqrt{\frac{۲}{\pi\,\text{ن}}} \cdot \text{ت}_{۱}$$

$$= \frac{۴.۵\,\text{ت}_{۱}}{\sqrt{۱.۲\,\text{ہ}}} \sqrt{\frac{۲}{۳.۱۴\,\text{ن}}}$$

$$= \frac{۴\,\text{ت}_{۱}}{\sqrt{\text{ن}\,\text{ہ}}} \quad \text{ب - ح - ا} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱۲)$$

(۱۲) کی رو سے ہم دیکھتے ہیں کہ استوانہ کی دیواروں کے ذریعہ جذب کی ہوئی حرارت، سطح کا فی مربع فٹ اور کرنک کی فی گردش $\frac{۴\,\text{ت}_{۱}}{\sqrt{\text{ن}\,\text{ہ}}}$ ہے، جہاں $\text{ت}_{۱}$ دھات کی سطح کی حقیقی وسعت تپش کا نصف ہے اور ن کرنک کی گردشیں فی منٹ۔

یہ ضروری نہیں کہ استوانہ کی دیواروں کی تپش بھاپ کی تپش کی اتباع کرے جو پروفیسر اے۔ ایل۔ میلانبی[1] کے مضمون "افقی مرکب بھاپ انجن کی استعداد پر

[1] انسٹی ٹیوشن آف میکانیکل انجینیرز کی روئداد میں صفحہ ۴۴۵ سنہ ۱۹۰۵ء

بھاپ پیرہن کے اثرات" سے لی ہوئی ذیل کی مثال کے ذریعہ بتلایا جا سکتا ہے۔

ایک امتحان میں (نمبر ۹۵) بھاپ کی وسعت تپش، ۳۵۷°ف سے ۲۴۷°ف تک یعنی ۱۱۰°ف تھی یا حسب مندرجۂ بالا مت = ۵۵°ف۔ انجن کی رفتار ۶۰ گردشیں فی منٹ اور تکثیف کے لیے استوانہ کے ہر سرے پر سطح ۶ مربع فٹ۔ لہٰذا (۱۲) سے

جذب شدہ حرارت فی مربع فٹ فی گردش = ۴ مت ÷ √ن ب-ح-ا

= ۵۵×۴ ÷ √۶۰ ب-ح-ا

جذب شدہ حرارت ہر سرے پر فی منٹ = ۵۵×۴ ÷ √۶۰ × ۶۰ × ۶

= ۱۰۲۰۰ ب-ح-ا

۳۵۷°ف پر حرارت مخفی ۸۶۰ ب-ح-ا فی پونڈ لی جائے تو بھاپ (۱۱۲)
جو ہر سرے پر فی منٹ تکثیف ہوگی

= ۱۰۲۰۰ ÷ ۸۶۰ = ۱۱٫۹ پونڈ

لہٰذا اگر دیواریں بھاپ کی طرح تپش کے وہی تغیر کی اتباع کریں تو دونوں سروں پر تکثیف شدہ بھاپ فی گھنٹہ = ۱۱٫۹ × ۶۰ × ۲ = ۱۴۲۸ پونڈ

حقیقی امتحان میں کاٹ پر مفقود مقدار (دفعہ ۱۷) صرف ۷۵۳ پونڈ فی گھنٹہ تھی اس طرح یہ ظاہر ہے کہ اس صورت میں استوانہ کی دیواروں کی وسعت تپش بھاپ کی وسعت تپش کے اتنی زیادہ نہ ہوگی۔ اگر ہم فرض کریں کہ یہ تمام مفقود مقدار (۷۵۳ پونڈ فی گھنٹہ) ابتدائی تکثیف کی وجہ سے تھی، تو استوانہ کی دیواروں کی اعظم وسعت تپش

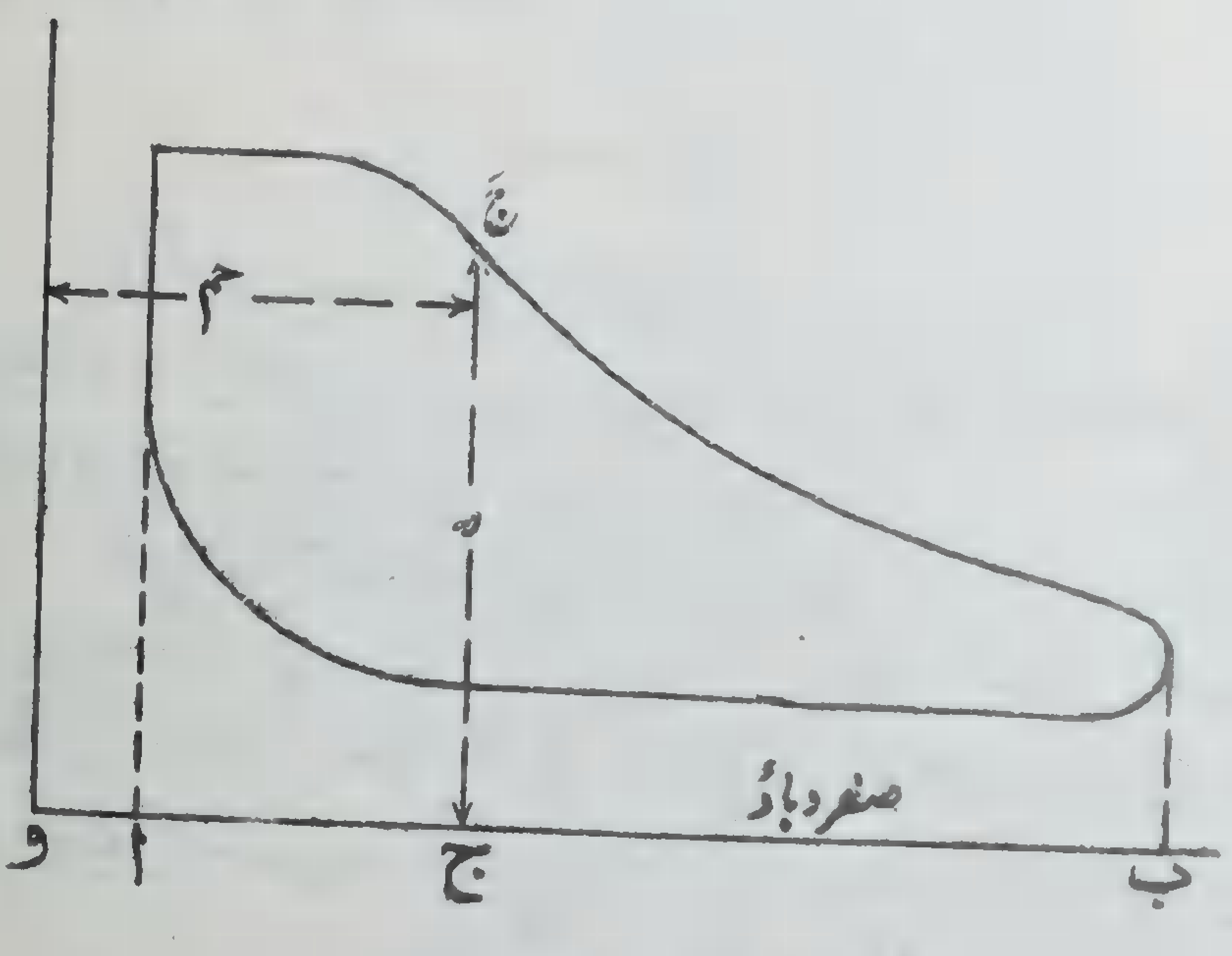
۱۱۰ × ۷۵۳ ÷ ۱۴۲۸ = ۵۸°ف ہوگی

اور بھاپ کی وسعت تپش ۱۱۰°ف

اوپر یہ ظاہر ہو چکا ہے کہ سطح پر اگر وسعت تپش معلوم ہو تو دھات کے اندر کسی گہرائی پر وسعت معلوم ہو سکتی ہے (مساوات ۸) بالعکس اگر دھات کے اندر کسی گہرائی پر وسعت ناپی جا سکے تو سطح پر سادہ موسیقی تپش فرض کرنے سے سطح پر وسعت اور جذب شدہ حرارت فی دور آسانی سے محسوب ہو سکتے ہیں۔ مسٹرز کیلنڈر اور نکلسن[1] نے تجربہ سے معلوم کیا کہ سطح کی تپش بھاپ کی تپش کی اتباع نہیں کی، بلکہ اس کی وسعت بہت تھوڑی تھی۔ ایک خاص صورت میں، ۷ گردشیں فی منٹ پر بھاپ کی تپش ۳۳۵° ف سے ۲۱۲° ف تک بدلی یعنی وسعت ۱۲۳° ف، لیکن استوانہ کی دیواروں کی اندرونی سطح کی وسعت تپش صرف ۹° ف تھی۔

۶۹۔ مظہرہ بھاپ کا وزن

مظہار شکل کے ذریعہ انجن کا صرفِ بھاپ معلوم کرنے کے لیے یہ فرض کیا جاتا ہے کہ استوانہ میں بھاپ خشک اور سیر شدہ ہے۔ اس طرح شکل ۵۲ میں ا ب ضرب کے حجم کو تعبیر کرتا ہے اور و ا اسی پیمانہ پر



شکل ۵۲۔ بھاپ کا مظہرہ وزن

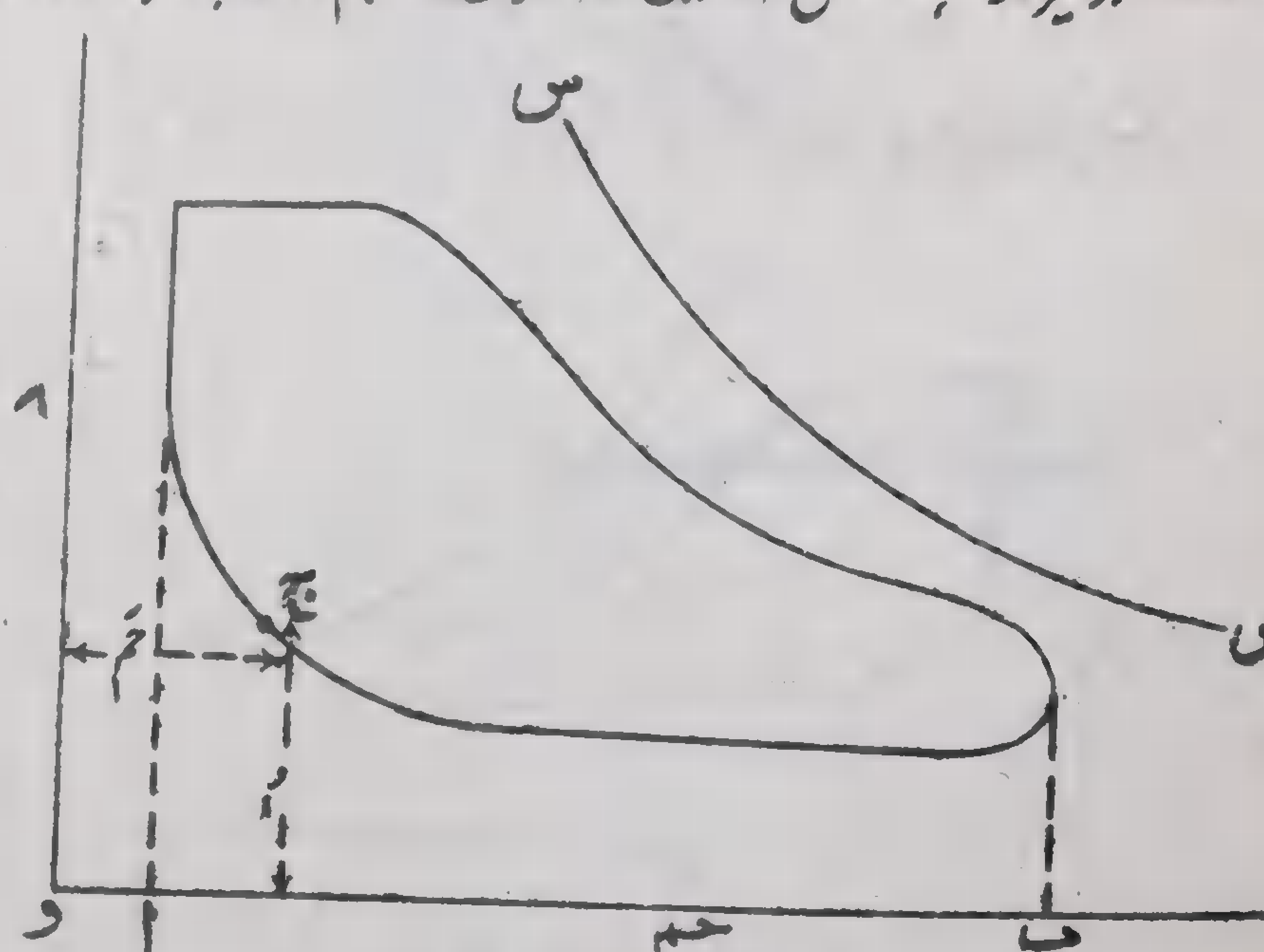
[1] - انسٹی ٹیوشن آف سیول انجنیئرز جلد ۱۳۱ سنہ ۱۸۹۸ء۔

فراغ کے حجم کے مساوی بنایا جاتا ہے۔ تب کاٹ کے بعد کسی نقطۂ جَ پر استوانہ میں کی بھاپ کا حجم جو مظہار نقشہ میں بتلایا گیا ہے یعنے مظہرہ حجم و ج سے تعبیر ہوتا ہے، جو حمَ، مکعب فٹ کے مساوی ہے۔ اس نقطہ پر بھاپ کا مطلق دباؤ (د) پیمانہ پر لا بنائی جَ ج سے تعبیر ہوتا ہے۔ بھاپ جداول کے ذریعہ ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کا حجم، مطلق دباؤ د پر حاصل کیا جائے۔ فرض کرو یہ حجم مکعب فٹ ہے تب نقطہ جَ پر بھاپ کو خشک ماننے سے ظاہر ہے کہ استوانہ میں کی موجودہ بھاپ کا وزن یہ ہے

$$\frac{\text{مظہرہ حجم (مکعب فٹ)}}{\text{فی پونڈ حجم (مکعب فٹ)}} \text{ پونڈ} = \frac{\text{و ج}}{\text{حم}} \text{ یا } \frac{\text{حمَ}}{\text{حم}} \text{ پونڈ}$$

۱۰۷۔ مظہار شکل کے ساتھ سیری کے منحنی کا استعمال بھاپ کی خشکی

بھاپ کی خشکی ——— یہ منحنی تصوری پھیلاؤ منحنی کو تعبیر کرتا ہے جو بھاپ انجن کے استوانہ سے حاصل ہو سکتا ہے۔ یہ منحنی اسی وقت حاصل ہوگا جبکہ پورے ضرب تک استوانہ میں کی بھاپ خشک اور سیر شدہ رہے۔ شکل ۵۳ میں و ا فراغ کے حجم کو اسی پیمانہ پر تعبیر کرتا ہے (۱۱۳)



شکل ۵۳۔ سیری کا منحنی

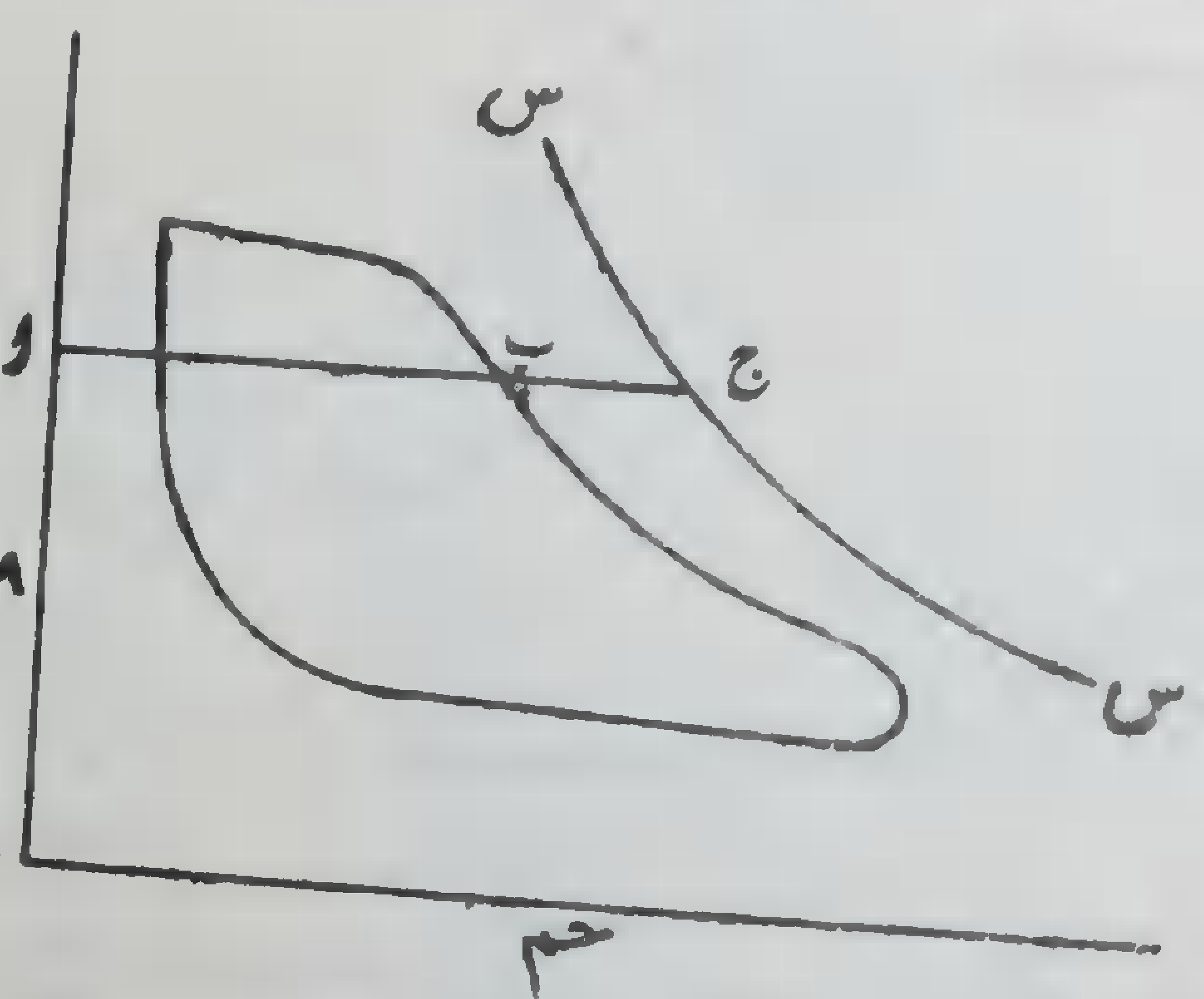
جس پر ا ب ضرب کے حجم کو پھیلاؤ کے دوران میں استوانہ میں کی کل موجودہ بھاپ دو اجزاء کا مجموعہ ہے۔ پہلا بھاپ کا وزن جو انجن میں سے فی ضرب گذرتی ہے استوانہ (۱۱۴)
بھرن کہلاتی ہے، اور دوسرا بھاپ کا وزن جو داخلہ کے قبل فراغ میں بھری ہوئی ہو گدی کی بھاپ کہلاتی ہے۔

استوانہ کا بھرن تجربہ سے معلوم کرنا ہو تو انجن کو تقریباً ایک گھنٹہ چلائیں اور اخراجی بھاپ کو تکثیف کر کے وزن کریں۔ بھاپ کا صرفہ جو وزن کیا گیا اور ضربوں کی تعداد معلوم کرنے سے استوانہ کا بھرن پونڈ فی ضرب میں آسانی سے محسوب ہو سکتا ہے۔

گدی کی بھاپ کا وزن مظہار نقشہ کے ذریعہ حسب ذیل معلوم کیا جاتا ہے۔ کوئی موزوں نقطہ ج (شکل ۵۴) کا انتخاب پچاک منحنی پر کیا جائے اور دباؤ د۱ پونڈ فی مربع انچ مطلق، اور مظہرہ حجم، حم۱ مکعب فٹ ناپے جائیں۔ فرض کرو ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کا حجم مکعب فٹ میں دباؤ د۱ کے تحت حمَ۱ ہے جو بھاپ جداول کے ذریعہ حاصل ہوتا ہے، تب گدی کی بھاپ کو خشک اور سیر شدہ تصور کر لیا تو

گدی کی بھاپ کا وزن وَ = حم۱ / حمَ۱ پونڈ

فرض کرو و = وزن کردہ استوانہ کا بھرن فی ضرب پونڈ میں



شکل ۵۴ - بھاپ کی خشکی کی کسر

فرض کرو کہ کوا ڈی یا فشارہ سے رساؤ نہیں ہوتا ہے تب استوانہ میں موجودہ بھاپ کا وزن پھیلاؤ کے دوران میں

وَ + و پونڈ ہوگا

سیبری کا منحنی بھاپ جداول کی مدد سے منظہار نقشہ پر ترسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔ وَ + و پونڈ بھاپ کا منحنی شکل ۵۲ میں س س سے ظاہر کیا گیا ہے۔

منظہار شکل کے ذریعہ بھاپ کی خشکی کی کسر

مراحتِ بالا کے ذریعہ سیبری کا منحنی کھینچنے کے بعد کسی نقطہ پر پھیلاؤ کے دوران میں خشکی کی کسر حسب ذیل معلوم ہو سکتی ہے۔ کسی نقطہ ب پر (شکل ۵۴) استوانہ میں بھاپ کا حقیقی حجم لانبائی ا ب سے تعبیر ہوتا ہے۔ بھاپ اگر خشک اور سیر شدہ ہوتی تو حجم لانبائی ا ج سے تعبیر ہوتا، لہذا استوانہ کی بھاپ میں کے پانی کا حجم نظر انداز کر دیں تو خشکی کی کسر $\frac{\text{ا ب}}{\text{ا ج}}$ سے تعبیر ہوگی۔

(۱۱۵) خشکی کی کسر اس طرح بھی ظاہر کی جا سکتی ہے

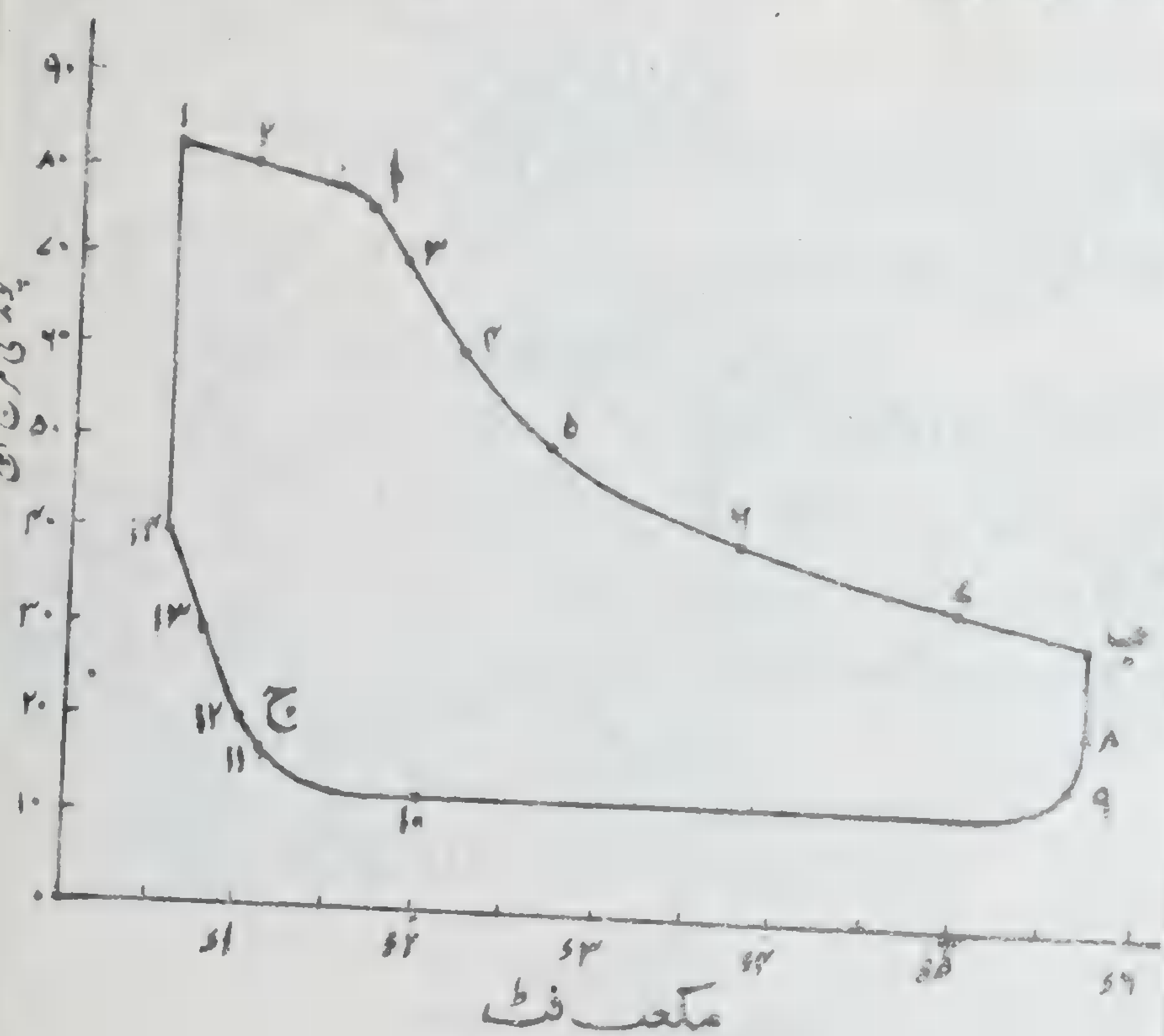
$$\text{مظہرہ وزن} = \frac{\text{استوانہ میں کل موجودہ وزن}}{}$$

$$= \frac{\text{مظہرہ حجم (ا ب مکعب فٹ)} \times \text{کثافت (پونڈ فی مکعب فٹ میں)}}{\text{گدی کی بھاپ کا وزن (وَ پونڈ)} + \text{استوانہ کے بھرن کا وزن (و پونڈ)}}$$

۱۷۔ لاپتہ مقدار — عمل میں یہ عموماً پایا گیا کہ کاٹ کے بعد بھاپ کا مظہرہ وزن ناپے ہوئے صرفۂ بھاپ سے کم ہوتا ہے۔ یہ فرق لاپتہ مقدار کہلاتا ہے اور منظہار نقشہ پر لانبائی ب ج سے تعبیر کیا جاتا ہے (شکل ۵۴)۔ پھیلاؤ کے دوران میں بازتبخیر کی وجہ لاپتہ مقدار کاٹ کے بہ نسبت ہمیشہ رہائی پر کم ہوگی۔

مثال (۱)۔ ایک تعبیر کردہ منظہار شکل، شکل ۵۵ میں بتلائی گئی ہے۔ ۲۰۰ گردشیں فی منٹ کی رفتار پر صرفۂ بھاپ ۱۲۴۴ پونڈ فی گھنٹہ ہے۔ انجن دوہرے عمل کا ہے

اور کاٹ جو دیا گیا ہے وہ فشارہ کے دونوں جانبوں کی اوسط شکل ہے خشکی کی کسر



شکل ۵۵۔

اور لاپتہ مقداریں رہائی اور کاٹ پر معلوم کرو اور فی پونڈ بھاپ استوانہ کی دیواروں اور بھاپ کے درمیان تبادلۂ حرارت حاصل کرو۔

شکل میں ہم دیکھتے ہیں کہ پچک منحنی کے نقطۂ ج پر جبکہ دباؤ ۲۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے تو ٹھہرہ حجم ۰.۰۹۸ مکعب فٹ ہے۔ بھاپ جداول سے (۱۱۶)
ایک پونڈ خشک سیر شدہ بھاپ کا حجم اس دباؤ کے تحت ۲۰ مکعب فٹ ہے۔

لہذا گدی کی بھاپ کا وزن $= \frac{۰.۰۹۸}{۲۰} =$ ۰.۰۰۴۹ پونڈ

استوانہ کا بھرن فی ضرب $= \frac{۱۳۴۴}{۶۰ \times ۲ \times ۲۰۰} =$ ۰.۰۵۶ پونڈ

∴ پھیلاؤ کے دوران میں موجودہ بھاپ کا کل وزن

= ۰٫۰۰۴۹ + ۰٫۰۵۶

= ۰٫۰۶۰۹ پونڈ

کاٹ پر (نقطہ ا) دباؤ ۷۶ پونڈ مطلق ہے، منظرہ حجم ۰٫۱۶۶ مکعب فٹ اور حجم نوعی (بھاپ جداول سے) ۵٫۷۴ مکعب فٹ فی پونڈ۔ اس لیے اگر بھاپ خشک اور سیر شدہ ہوتی تو کاٹ پر اس کا حجم

۰٫۰۶۰۹ × ۵٫۷۴ = ۰٫۳۴۹ مکعب فٹ ہوتا

لہذا خشکی کی کسر کاٹ پر = ۰٫۱۶۶ / ۰٫۳۴۹ = ۰٫۴۷۵

یا ۴۷٫۵ فیصد

کاٹ پر منظرہ وزن = ۰٫۱۶۶ / ۵٫۷۴ = ۰٫۰۲۸۹ پونڈ

∴ لاپتہ مقدار = ۰٫۰۶۰۹ − ۰٫۰۲۸۹

= ۰٫۰۳۲ پونڈ فی ضرب

= ۰٫۰۳۲ × ۲ × ۲۰۰ × ۶۰

= ۷۶۸ پونڈ فی گھنٹہ

رہائی پر (نقطہ ب) دباؤ ۳۰ پونڈ مطلق ہے، منظرہ حجم ۰٫۵۷۵ مکعب فٹ اور حجم نوعی (بھاپ جداول سے) ۱۳٫۷ مکعب فٹ فی پونڈ۔ اس لیے منظرہ وزن رہائی پر یہ ہوگا

۰٫۵۷۵ / ۱۳٫۷ = ۰٫۰۴۲ پونڈ

لہذا رہائی پہ خشکی کی کسر = ۰٫۰۴۲ / ۰٫۰۶۰۹ = ۰٫۶۹۰ یا ۶۹ فیصد

رہائی پر لاپتہ مقدار = ۰٫۰۶۰۹ − ۰٫۰۴۲۰

= ۰٫۰۱۸۹ پونڈ فی ضرب

= ۰ء۰۱۸۹ × ۲ × ۲۰۰ × ۶۰

= ۴۵۳ پونڈ فی گھنٹہ

نقشہ سے اوسط اثری دباؤ پھیلاؤ کے دوران میں ا سے ب تک ۳۶ پونڈ فی مربع انچ ہے لہذا ۰ء۰۶۰۹ پونڈ بھاپ کا کیا ہوا کام یہ ہے

اوسط دباؤ (پونڈ فی مربع فٹ) × حجم کا تغیر (مکعب فٹ)

= ۱۴۴ × ۳۶ (۰ء۱۶۶ − ۰ء۰۵۷۵)

= ۲۱۲۸ فٹ پونڈ

∴ فی پونڈ بھاپ کیا ہوا کام = ۲۱۲۸ / (۷۷۸ × ۰ء۰۶۰۹) = ۴۴ء۹ ب۔ح۔ا

کاٹ پر دباؤ ۶۷ پونڈ مطلق ہے (خ = ۹۰۳، ت = ۳۰۸° ف)

∴ کاٹ پر حرارت فی پونڈ = ۳۰۸ − ۳۲ + ۰ء۴۷۵ × ۹۰۳

= ۴۲۹ + ۲۷۶

= ۷۰۵ ب۔ح۔ا

رہائی پر دباؤ ۳۰ پونڈ مطلق ہے (خ = ۹۴۸، ت = ۲۵۰° ف) (۱۱۴)

اس لیے رہائی پر حرارت فی پونڈ = ۲۵۰ − ۳۲ + ۰ء۶۹۰ × ۹۴۵

= ۶۵۲ + ۲۱۸

= ۸۷۰ ب۔ح۔ا

فرض کرو $ح_ج$ = کاٹ اور رہائی کے درمیان استوانہ کی دیواروں سے فی پونڈ حاصل کردہ حرارت، تب یہ فرض کر کے کہ حرارت کا کوئی نقصان نہیں ہوتا

۷۰۵ + $ح_ج$ = ۸۷۰ + ۴۴ء۹ = ۹۱۴ء۹

∴ $ح_ج$ = ۹۱۴ء۹ − ۷۰۵

= ۲۰۹ء۹ ب۔ح۔ا

مثال (۲) ایک انجن کے استوانہ میں ۸۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۳۱۵° ف، خ = ۸۹۸ ب۔ح۔ا، حجم نوعی = ۵ء۲۲ مکعب فٹ) پر کی

خشک بھاپ داخل کی جاتی ہے اور داخلہ کے دوران میں تکثیف کل بھاپ کی رسد کی ۲۵ فیصد ہے ۔ داخلہ کے دوران میں استوانہ کی دیواروں کی جذب کردہ حرارت کا آدھا حصہ پھیلاؤ کے دوران میں یکساں شرح کے ساتھ تپش کے گھٹتے وقت بھاپ کو واپس ملتا ہے ۔ اگر پھیلاؤ مکمل ہو اور عقبی دباؤ ۸ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۱۸۳° ف، خ خ = ۹۸۸ ب ۔ ح ۔ ا، حم = ۴۷٫۳ مکعب فٹ) ہو تو پھیلاؤ کے ختم پر خشکی کی کسر دریافت کرو ۔ نیز یہ فرض کرکے کہ اخراجی بھاپ کا کیف متجانس ہے اس کی خشکی کی کسر معلوم کرو ۔ فراغ کو اور اشعاع اور ایصال کی وجہ حرارتی نقصانات کو نظرانداز کردو اور پانی کی حرارت نوعی کو مستقل اور اکائی کے مساوی مانو ۔

بھاپ جداول سے ہم حسب ذیل معلوم کرسکتے ہیں :—

دباؤ	تپش ف	حرارت مخفی	حجم نوعی	ناکارگی	
				پانی	تبخیر
۸۴	۳۱۵	۸۹۸	۵٫۲۲	۰٫۴۵۷۹	۱٫۱۵۸۱
۸	۱۸۳	۹۸۸	۴۷٫۳	۰٫۲۶۷۳	۱٫۵۳۸۰

شکل ۵۶ میں تپش ناکارگی کی شکل بتلائی گئی ہے ۔ چونکہ داخلہ کے دوران میں تکثیف ۲۵ فیصد ہے اس لیے بھاپ کی خشکی کی کسر کاٹ پر ۰٫۷۵ یا $\frac{\text{ب ج}}{\text{ب د}}$ ہے خشکی کی کسر پھیلاؤ کے ختم پر $\frac{\text{اڈ}}{\text{اک}}$ سے تعبیر ہوتی ہے ۔

داخلہ کے دوران میں استوانہ کی دیواروں کی جذب کردہ حرارت فی پونڈ یہ ہے

$$\frac{۸۹۸}{۴} = ۲۲۴٫۵ \text{ ب ۔ ح ۔ ا}$$

پھیلاؤ کے دوران میں واپس شدہ حرارت جبکہ تپش ۳۲° ف تک گھٹتی ہے ۔

= ۲۲۴٫۵ / ۲ = ۱۱۲٫۲۵ ب۔ح۔ا

اس لیے حرارت کی واپسی کی شرح = ۱۱۲٫۲۵ / ۱۳۲

= ۰٫۸۵ ب۔ح۔ا فی فٹ تپش کا تنزل

∴ مف ح = ۰٫۸۵ مف ت

یا مف ح / ت = مف ف = ۰٫۸۵ مف ت / ت

اس لیے پھیلاؤ کے دوران میں کل کسب ناکارگی (۱۱۸)

= ف ڈ (شکل ۵۶)

= ∫ (۶۴۳ سے ۷۷۵ تک) ۰٫۸۵ فرت / ت

= ۰٫۸۵ لوکسو ۷۷۵ / ۶۴۳

= ۰٫۸۵ × ۰٫۱۸۷ = ۰٫۱۵۸۹ اکائیاں

∴ اڈ = اح + ح ف + ف ڈ

= (۰٫۴۵۷۹ − ۰٫۲۶۷۳) + (۱٫۵۸۱ × ۰٫۷۵) + ۰٫۱۵۸۹

= ۰٫۱۹۰۶ + ۰٫۸۵۹۶ + ۰٫۱۵۸۹

= ۱٫۲۰۹۱ (اکائیاں)

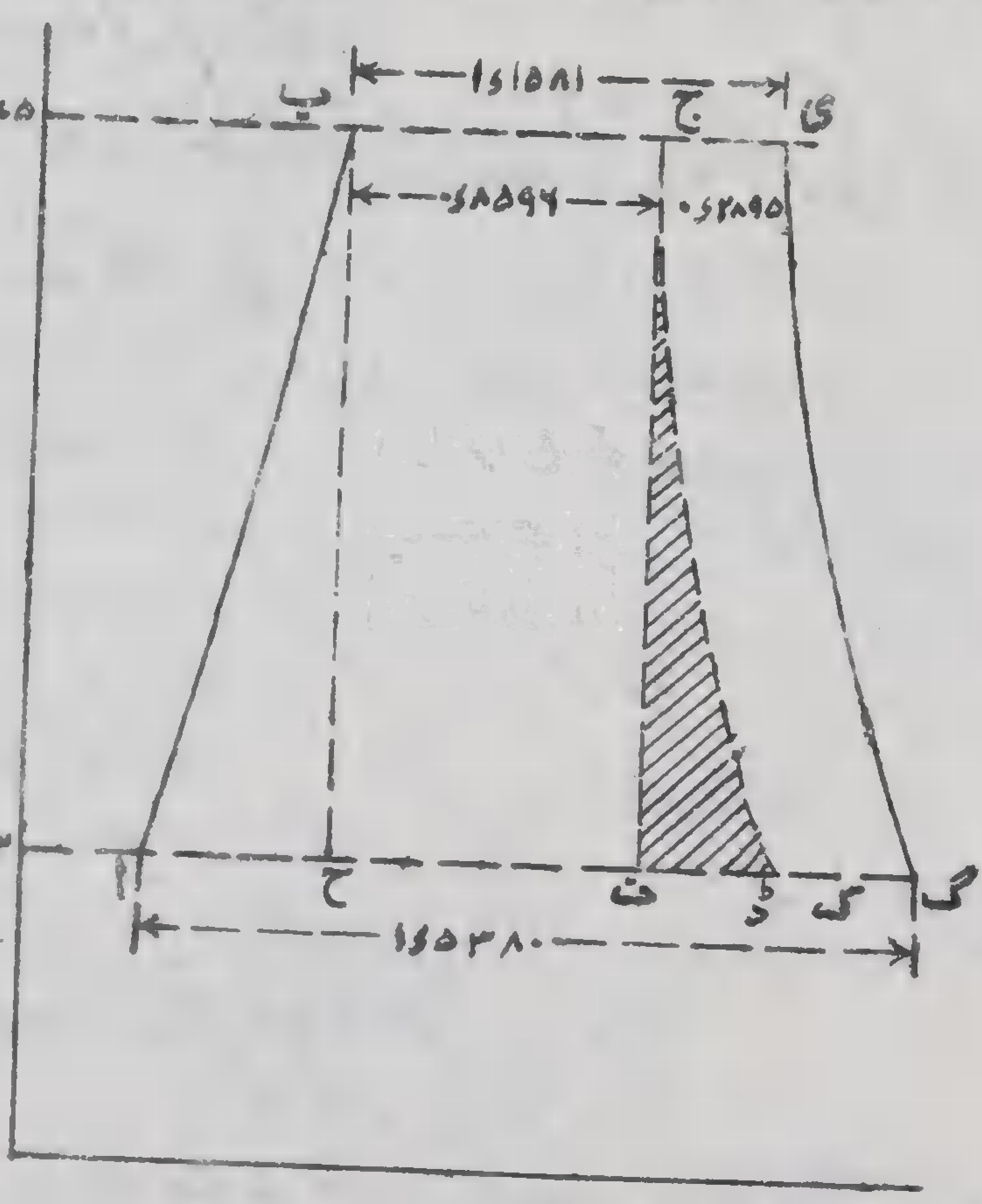
لہذا پھیلاؤ کے بعد خشکی = اڈ / اگ

= ۱٫۲۰۹۱ / ۱٫۵۳۸

= ۰٫۷۸۶

یا ۷۸٫۶ فیصد

اخراج کے دوران میں استوانہ کے دیواروں کو چاہیے کہ بقیہ جذب کردہ حرارت (۱۹۱)



شکل ۵۶

بھاپ کو واپس کریں یعنے ۱۱۲٫۲۵ ا ب ح۔ا۔لہذا مزید ناکارگی کی ترقی ڈک اخراج کے دوران میں $\frac{۱۱۲٫۲۵}{۶۴۳}$ = ۰٫۱۷۴۵ اکائیاں ہوگی اور اخراج کے ختم پر خشکی کی کسر یہ ہوگی

$$\frac{اک}{اگ} = \frac{۰٫۱۷۴۵ + ۱٫۲۰۹۱}{۱٫۵۳۸}$$

= ۰٫۹۰ یا ۹۰ فیصد

واضح ہو کہ سایہ دار رقبہ ج ڈ ف پھیلاؤ کے دوران میں باز تبخیر کی وجہ کیے ہوئے مزید کام کو فی پونڈ بھاپ تعبیر کرتا ہے اور حقیقی پھیلاؤ کا خط

ج ڈ ہے جو باز تبخیر کا خط بھی کہلا سکتا ہے ، اور یہ بالکل واضح ہے کہ پھیلاؤ حرناگذار ج ف سے کس قدر ہٹا ہوا ہے ۔

۲ ، ۷ ۔ منظہار نقشہ سے تپش ناکارگی کا نقشہ اتارنے کا طریقہ

اتارنے کا طریقہ ـــ اس طریقہ کی بہترین تشریح مثال سے ہوگی ۔ شکل ۵۵ میں بتلائے ہوئے نقشہ پر غور کرو ۔ داخلہ کے وقت بھاپ کا اعظم دباؤ ۸۲ پونڈ فی مربع انچ مطلق (ت = ۳۱۳° ف) ہے اور اخراج کے دوران میں عقبی دباؤ ۱۲ پونڈ مطلق (ت = ۲۰۲° ف) اب سب سے پہلے پھیلاؤ منحنی کے کسی نقطہ پر خشکی کی کسر معلوم کرنا ہوگا ۔ دفعہ ۱ ، مثال (۱) میں نقطۂ راہئی ب پر یہ ۶۹۰ ، معلوم ہو چکی ہے ۔ اس لیے نقطہ ب تپش ناکارگی کے تختہ پر راست منتقل کیا جاسکتا ہے ۔ منظہار شکل کے نقطہ ب پر (شکل ۵۵) یہ بتلایا جاچکا ہے کہ استوانہ میں ۶۰۹ ، پونڈ بھاپ ۶۹۲ ، خشکی اور ۵ ، ۷ ، ۵ مکعب فٹ حجم کی بھری ہوئی تھی ۔ ایک پونڈ بھاپ کے لیے تپش ناکارگی کی شکل اتاری گئی ہے ۔ پانی کے حجم کو نظر انداز کرکے ۶۹۲ ، خشکی کی ایک پونڈ بھاپ کا حقیقی حجم ۳۰ پونڈ مطلق دباؤ کے تحت

۶۹۰ × ۱۳،۶ ، مکعب فٹ ہے

اس لیے ت ف شکل اس انجن کے لیے اتاری جائیگی جو حقیقی انجن سے

$$\frac{۰،۶۹۰ \times ۱۳،۶}{۰،۵۷۵} = ۱۶،۳۶ \text{ گنی بڑی ہے۔}$$

اب اگر منظہار شکل پر کوئی نقطہ لیا جائے اور استوانہ میں کی حقیقی موجودہ بھاپ کا حجم ناپ کر ۱۶،۳۶ سے ضرب دیا جائے تو ت ف شکل پر متناظر نقطہ کا مکمل تعین ہو جائیگا ۔

اس کے بعد نقاط ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، وغیرہ کا ایک سلسلہ دحم شکل پر موزوں دباؤں پر لیں اور ہر نقطہ کے لیے دباؤ اور حجم معلوم کریں ۔ تب ہر حجم کو ۱۶،۳۶ سے ضرب دے کر ت ف شکل پر نقاط کی ترسیم کریں ۔ حاصل شدہ نتائج ذیل کی جدول میں دیے گئے ہیں ۔

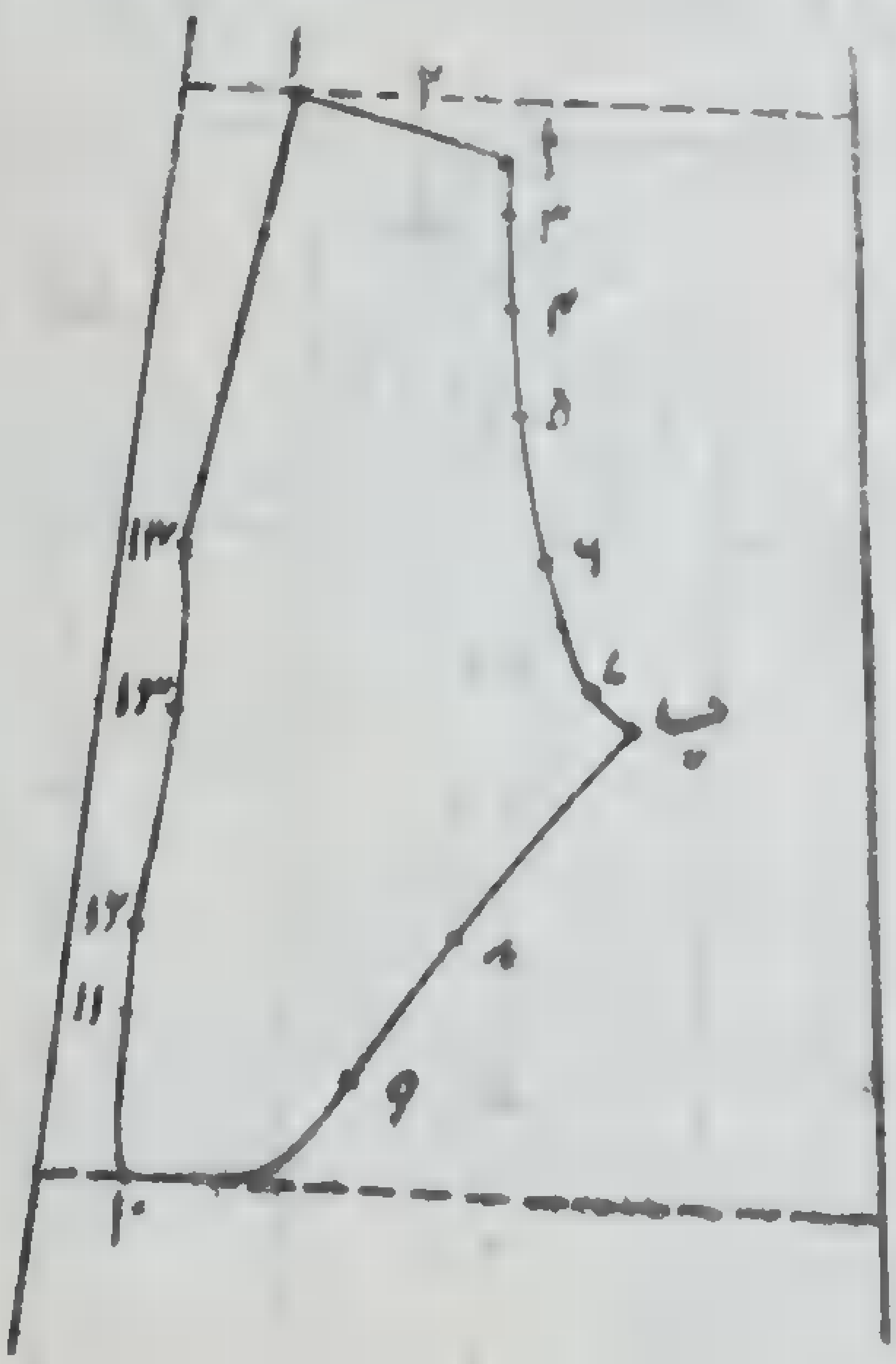
یادرہے کہ اوپر کے طریقہ میں کوارٹی کے رساؤ کا اثر نظر انداز کر دیا گیا ہے اور یہ فرض کیا گیا کہ انجن کے استوانہ میں بھاپ کا حجم پھیلاؤ کے دوران میں مستقل ہے۔ اگر رساؤ کی مقدار معلوم ہو تو اس کا لحاظ رکھنا ہوگا۔ ایسی صورتوں میں اس طریقہ کی پیروی کرنے کے لیے انسٹی ٹیوشن آف میکانیکل انجنیرز[1] کی اسٹیم انجن ریسرچ کمیٹی کی پہلی رپورٹ ملاحظہ ہو

(۱۳۰)

نقطہ	مطلق دباؤ پونڈ فی مربع انچ	حجم	
		د حم	ت ق
۱	۸۲	۰٫۰۵۵	۰٫۹۰
۲	۸۰	۰٫۱۰۰	۱٫۶۴
ا	۷۶	۰٫۱۶۶	۲٫۷۱
۳	۷۰	۰٫۱۸۴	۳٫۰۱
۴	۶۰	۰٫۲۲۱	۳٫۹۱
۵	۵۰	۰٫۲۶۸	۴٫۳۸
۶	۴۰	۰٫۳۷۴	۶٫۱۲
۷	۳۳	۰٫۵۰۰	۸٫۱۸
ب	۳۰	۰٫۵۷۵	۹٫۴۰
۸	۲۰	۰٫۵۷۵	۹٫۴۰
۹	۱۵	۰٫۵۶۶	۹٫۲۷
۱۰	۱۲	۰٫۲۰۰	۳٫۲۷
۱۱	۱۷	۰٫۱۱۰	۱٫۸۰
۱۲	۲۰	۰٫۱۰۰	۱٫۶۴
۱۳	۳۰	۰٫۰۷۴	۱٫۲۱
۱۴	۴۰	۰٫۰۵۵	۰٫۹۰

لہ۔ انسٹی ٹیوشن آف میکانیکل انجنیرز کی روئدادیں ۱۹۰۵ء صفحہ ۲۳۹

تپش ناکارگی کی شکل آسانی کے ساتھ اتارنا ہو تو چربہ کاغذ کو ت فہ کے تختہ پر رکھ کر نقاط کی راست ترسیم کرلیں۔ اس طرح تختہ پر نقطہ ا کا متناظر مقام ۲۰۸ پونڈ فی مربع انچ کے خط مستقل دباؤ اور ۹ء۰ مکعب فٹ کے خط مستقل حجم کے تقاطع پر واقع ہوگا اور اسی طرح تمام دوسرے نقاط کے لیے۔ شکل ۵۵ کی مظہار شکل کی متناظر مکمل تپش ناکارگی کی شکل جو اس طرح اتاری گئی شکل ۵۷ میں بتلائی گئی ہے۔



شکل ۵۷

شکل ۵۵ میں بتلائی ہوئی دم شکل کے لیے ت فہ شکل

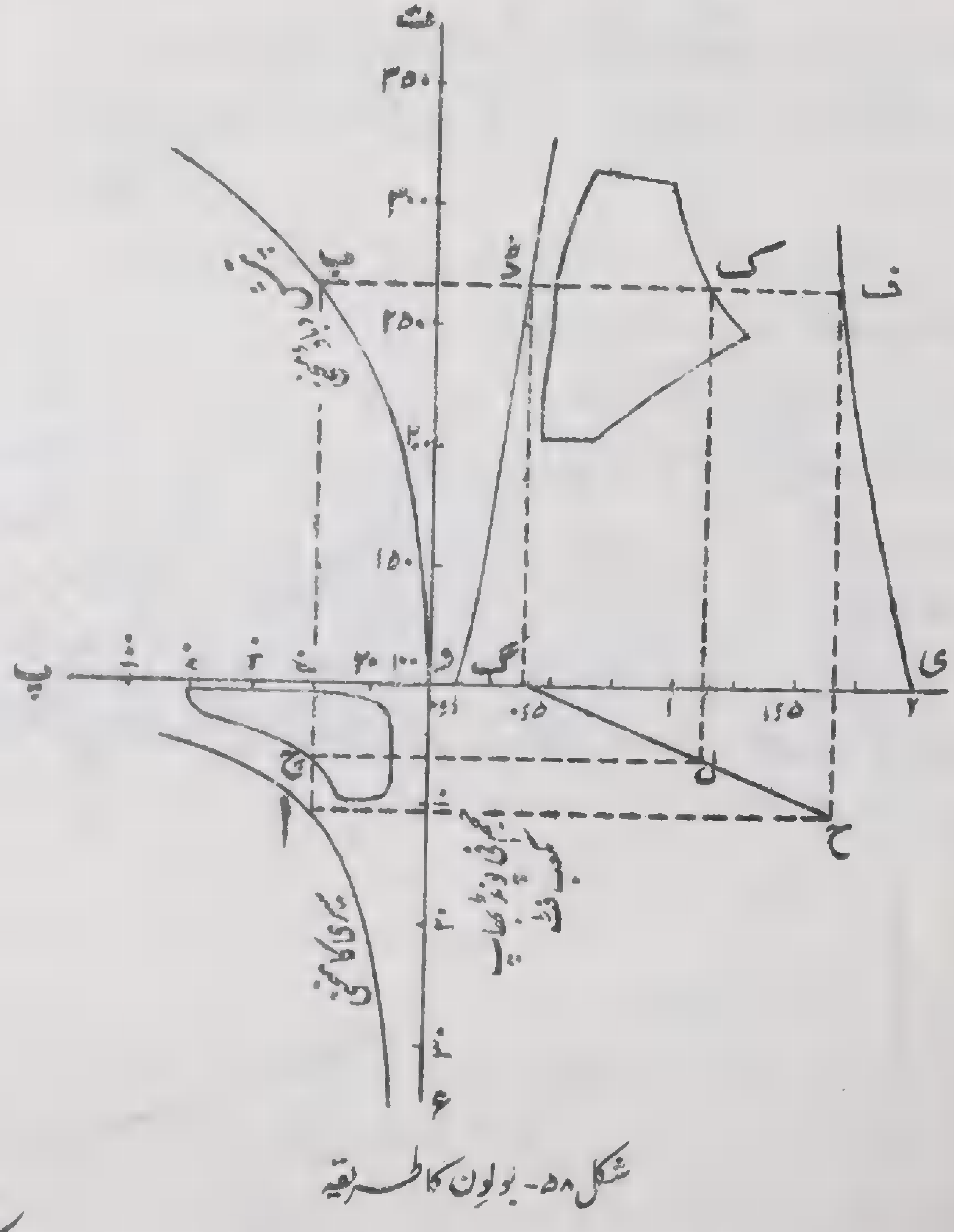
جبکہ تپش ناکارگی کی شکل اس طریقے سے یا کسی اور طریقے سے اتاری جائے تو خط پھیلاؤ صاف طور پر بھاپ اور استوانہ کے دیواروں کے درمیان حرارت کے تبادلہ کی نوعیت کو ظاہر کرتا ہے۔ شکل ۵۷ کے دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ تمام پھیلاؤ کے دوران میں ا سے ب تک کسب ناکارگی ہے کہ اس لیے استوانہ کی دیواریں بھاپ کو حرارت واپس دے رہی ہیں اور بازتبخیر کے جاری رہنے کی وجہ بھاپ کی خشکی کی کسر بڑھ رہی ہے جیسا کہ بتلایا گیا ہے۔

۷۳۔ مظہار شکل سے تپش ناکارگی کی شکل اتارنے کا بولون کا طریقہ۔

محاور و پ، و ت، و ۶، اور و ی کھینچو شکل (۵۸)۔ و ۶ پر حجموں کا پیمانہ مکعب فٹ فی پونڈ بھاپ میں اس طرح بناؤ کہ اس کی لانبائی کم از کم ایک پونڈ بھاپ کے حجم کو پست ترین دباؤ کے تحت مظہار شکل پر تعبیر کرے۔ و ت پر تپش کا پیمانہ بناؤ اور و پ پر دباؤ کا (۱۳۱)

تب بھاپ جداول کی مدد سے سیر شدہ بھاپ کے لیے تپش اور دباؤ کے منحنی کی ترسیم کرو جیسے ربع پ و ت میں بتلایا گیا ہے۔

بعد ازاں منظہار شکل ربع پ و ع میں منتقل کی جاتی ہے۔



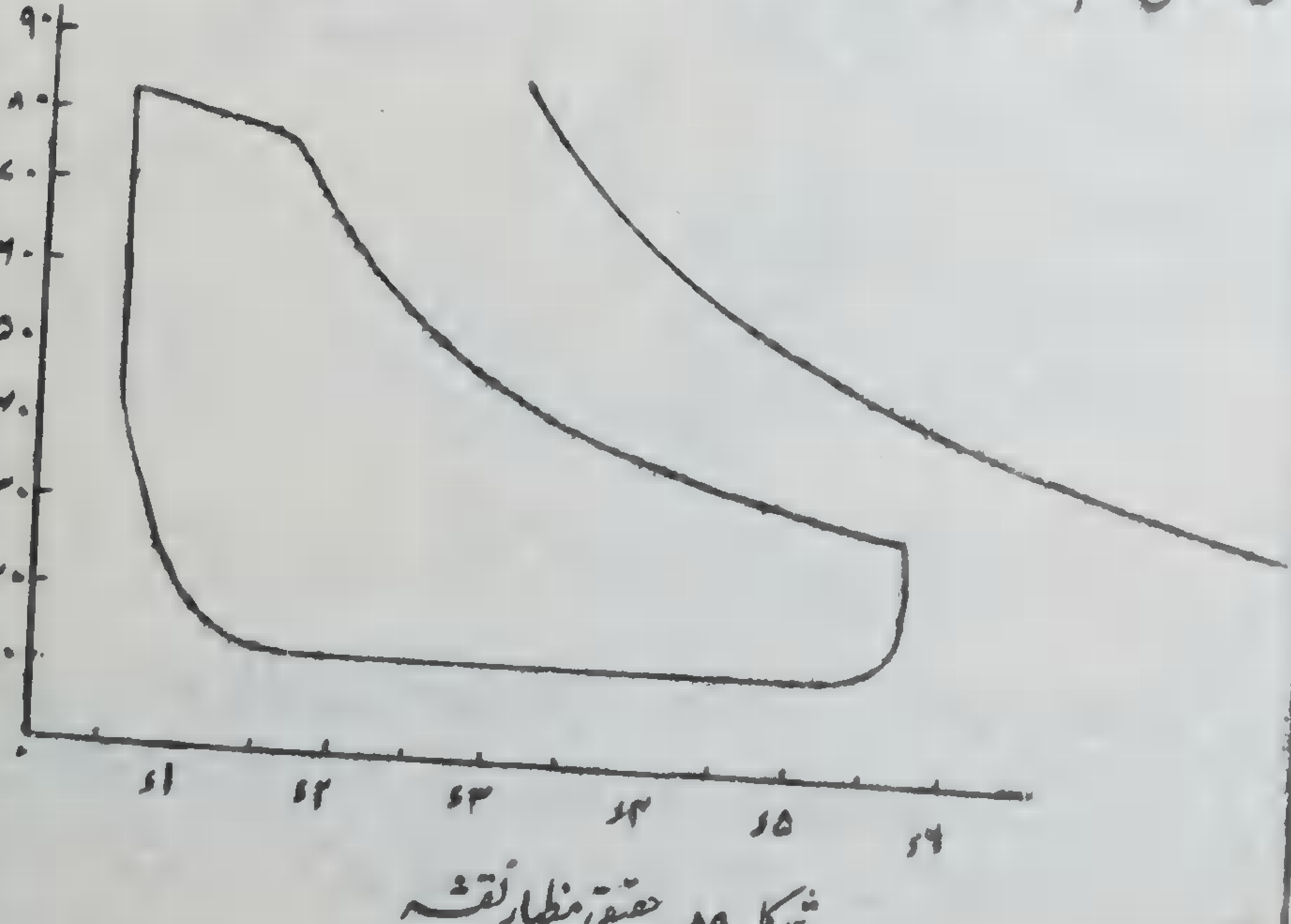
شکل ۵۸۔ بولون کا طریقہ

بھاپ جداول استعمال کرکے اس ربع میں ایک پونڈ بھاپ کے لیے سیری کا منحنی کھینچو۔ حقیقی منظہار شکل پر پھیلاؤ کے دوران میں موجودہ بھاپ کے حقیقی وزن کے لیے دفعہ ۷۰ میں بتلائے ہوئے طریقہ سے سیری کا منحنی کھینچو۔ اس کے

بعد حقیقی مظہار نقشہ کو (شکل ۵۹) ربع پ و ۶ میں اس طرح منتقل کرو کہ اس میں اتارے ہوئے سیری کے منحنی کے ساتھ وہی رشتہ رہے جو وہ خود اپنے سیری کے منحنی کے ساتھ رکھتا ہے، دباؤ اور حجم کے نئے پیمانہ پر اس کی ترسیم راست کی جائے۔

ربع ت و ی میں دفعہ ۴۲ کے طریقے سے ایک پونڈ بھاپ کے لیے بھاپ اور آبی خطوط یا تپش ناکارگی کی شکل کھینچو یا ان خطوط کو راست تپش ناکارگی کے تختہ سے منتقل کرو۔

کوئی موزوں نقطہ ا سیری کے منحنی پر لو اور انتصابی خط ا ب تپش (۱۲۲)
دباؤ کے منحنی تک کھینچو اور افقی خط ب ف جو ناکارگی کے خطوط کو ڈ اور ف میں قطع کرے۔ د ی کو انتصابی خط ڈ گ سے گ پر قطع کرو اور انتصابی خط ف ح کے ذریعہ ا میں سے گذرنے والے افقی خط کو ح پر قطع کرو۔ ح گ کو ملاؤ۔ پ سے ایک افقی خط کھینچو جو ح گ کو ل پر کاٹے اور ل سے ایک انتصابی کھینچو جو ب ف کو ک پر کاٹے تب ک نقطہ شکل پر مطلوبہ نقطہ ہے۔ مظہار شکل پر مختلف نقطوں کے لیے اس عمل کو دہراؤ اس طریقہ سے مظہار شکل تپش ناکارگی کی شکل میں منتقل ہو گی۔ شکل ۵۹ میں حقیقی مظہار شکل اس کے سیری کے منحنی کے ساتھ دکھلائی گئی ہے،



شکل ۵۹۔ حقیقی مظہار نقشہ

جس پر ہم دوسرے طریقہ سے غور کر چکے ہیں اور اس سے شکل ۵۸' اوپر کے ترسیمی طریقہ کے ذریعہ اتاری گئی ہے۔

۴۷۔ کواڑی کا رساؤ ــــ مظہار شکل پر سیری کا منحنی اتارنے کے لیے

دفعہ ۷۰ میں ایک مفروضہ یہ تھا کہ انجن کے استوانہ میں پھیلاؤ کے دوران میں بھاپ کا وزن مستقل رہتا ہے یعنے گدی کی بھاپ اور استوانہ کے بھرن کا مجموعہ۔ اس مفروضہ سے ظاہر ہے کہ تمام مفقود مقدار (دفعہ ۷۱) تکثیف کے سبب ہے۔ اگر بھاپ کا رساؤ کواڑی یا انجن کے فشارہ سے یا دونوں سے ہوتا ہے تو دفعات ۷۰، اور ۷۲ میں دیا ہوا نظریہ صحیح نہیں، کیونکہ کاٹ کے بعد استوانہ میں موجودہ بھاپ کا وزن مستقل نہیں رہتا۔ فشارہ کے رساؤ کو نظر انداز کردیں اور یہ بھی فرض کریں کہ کاٹ کے بعد کواڑی سے رساؤ نہیں ہوتا تو ظاہر ہوگا کہ پیشتر کا دیا ہوا نظریہ ترمیم طلب ہے اگرچہ پھیلاؤ کے دوران میں موجودہ بھاپ کا وزن مستقل رہتا ہے اور پھیلاؤ منحنی کے کسی نقطہ پر بھاپ کی خشکی کسر معلوم کرنے کیلیے یہ ضروری ہے کہ کل بھاپ مجموعہ ہو گدی کی بھاپ' استوانہ کا بھرن' اور بھاپ کے رساؤ کا۔

اگر رساؤ واقع ہو تو مفقود مقدار تکثیف اور رساؤ دونوں کے سبب ہوگی۔ شکل ۵۴ مظہار شکل کو تعبیر کرتی ہے جس پر سیری کا منحنی گدی کی بھاپ' استوانہ کی بھرن کے مجموعہ کے لیے اتارا گیا ہے یعنے جبکہ کواڑی کے رساؤ کو نظر انداز کیا گیا ہے۔ اگر رساؤ واقع ہو تو یہ دیکھا (۱۲۳)
جائیگا کہ و ب کی لانبائی میں کوئی تغیر نہیں ہوتا لیکن ب ج کی لانبائی جو مفقود مقدار کو تعبیر کرتی ہے بڑھ جائیگی اور اس کے سوائے اگر رساؤ پورے پھیلاؤ تک جاری رہے تو بھاپ کا موجودہ وزن کاٹ سے رہائی تک مسلسل بڑھتا رہیگا۔

بہت سے ماہرین حالیہ بھاپ انجن کی کواڑی کے معقول رساؤ کے وجود کے بارے میں مختلف الرائے ہیں۔ اگر یہ مان لیں کہ کام کی حالت میں تمام کواڑیوں میں سے رساؤ ہوتا ہے تو یہ صاف ظاہر ہے کہ مفقود مقدار کو کم کرنے کے لیے یعنے کفایت کو بڑھانے کے لیے فراغ کے حجم کو ممکنہ طور پر کم کرنے کے بجائے زیادہ توجہ کواڑی کی تجویز کی طرف کی جائے۔

لہ۔ ملاحظہ ہو اسٹیم انجن ریسرچ کمیٹی کی پہلی رپورٹ انسٹی ٹیوشن آف میکانیکل انجینیرز کی روئداد میں مارچ ۱۹۰۵ء صفحہ ۲۳۹

اس بارے میں کافی ثبوت موجود ہے کہ چند کواڑیوں میں سے کسی صورت میں بھی رساؤ ہوتا ہے اور اس رساؤ کو مسٹر کیلنڈر اور نکلسن، پروفیسر کیا پر، کیپٹن سینکی، وغیرہ جیسے ماہرین نے ناپا ہے۔ چند حاصل کردہ نتائج پر ایک مختصر تبصرہ مفید ہوگا۔

پھسل کواڑی میں سے رساؤ کس طرح ہوتا ہے، پروفیسر کیلنڈر اور نکلسن[1] نے اپنی رائے ذیل کے الفاظ میں دی ہے:-

وہ جب تک کواڑی ساکن ہے تیل کی جھلی جوڑ کو کامل چُست بنانے کے لیے کافی ہے لیکن جب وہ حرکت کرنا شروع کرتی ہے تو تیل کی جھلی ٹوٹ کر کچھ ضائع ہو جاتی ہے۔ پانی اس سطح کے سرد حصوں پر (جو کواڑی کی حرکت سے کھل جاتی ہے) مسلسل تکثیف ہوتا رہتا ہے۔ یہ پانی دباؤ اور حرکت کے زور سے تیل کی جھلی کو توڑ کر اس میں سے راستہ بنالیتا ہے۔ مسلسل تبخیر جو اخراج میں واقع ہوتی ہے وہ رساؤ کرنے والے سیال کو پانی کی صورت میں برقرار رکھتی ہے۔ استوانہ سے جو بھاپ خارج ہوتی ہے اس کا رجحان بھی یہی ہوتا ہے۔ یہ خلاف قیاس نہیں کہ پانی کا رساؤ جو ایک شگاف میں سے دیے ہوئے دباؤ کے اختلاف کے تحت ہوتا ہے، اس کی مقدار مشابہ حالات کے تحت بھاپ کے رساؤ سے ۲۰ تا ۵۰ گنی زیادہ ہو سکتی ہے۔ یہ ان مشہور امور سے مطابقت کرتا ہے جو رساؤ سے متعلق ہیں اور اس کی تصریح کرتا ہے کہ پانی کی صورت میں رساؤ کس لیے زیادہ ہوتا ہے۔ اس طرح رساؤ کی ایک ممکنہ صورت کی توجیہ کی جاتی ہے جو بالواسطہ تکثیف اور باز تبخیر کے سبب ہے اور جو بھاپ کے رساؤ سے کئی گنا ہے جس پر خود انجینیر زیادہ بہت غور کرتے رہے ہیں اور یہ توجہ کے قابل ہے، اگرچہ اب تک بہت کم کواڑیوں پر راست تجربات کیے گئے ہیں۔

"مصنفوں کے چند مشاہدات کے سوائے کئی مشاہدات کی تشریح سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ تمام کواڑیوں میں سے کم و بیش رساؤ ہوتا ہے جبکہ وہ حرکت میں ہوں اور بہت سی صورتوں میں لابتہ مقدار کا بڑا حصہ اسی رساؤ کے سبب ہے۔ رساؤ کسی طرح سے بھی واقع ہو وہ دباؤں کے اختلاف کے تقریباً متناسب ہوگا اور بہت صورتوں میں رفتار پر اس کا انحصار نہ ہوگا۔ کسی صورت میں یہ قرین قیاس معلوم ہوتا ہے کہ رساؤ کا تعلق کسی ایک طرح کواڑی کی سطحوں پر کی تکثیف سے ہے اگر ایسا ہے تو پیرہن کے ذریعہ اس میں بہت کچھ تخفیف ہو سکتی ہے، اگر پورے طور سے اس کا انسداد نہ ہو سکے

[1] ملاحظہ ہو انسٹی ٹیوشن آف انجینیرز کی روداد، ۱۸۹۷ – ۸ جلد ۱۳۱ صفحہ ۱۷۹۔

یا تکثیف کو بہت کم کرنے کے لیے کواڑی نشست گرم کیجائے۔

کواڑیوں کی تجویز میں ان مشاہدات کی خاص اہمیت ہے۔ سُست چال کے انجنوں کے لیے معمولی پھسل کواڑی سے زیادہ مفید علیحدہ بھاپ اور اخراجی کواڑیاں ہونگی۔ مرکب (۱۲۴)
انجن کی فوقیت کچھ حکمنہ رساؤ کی تخفیف کے سبب بھی معلوم ہوتی ہے۔

ان نتائج کی رُو سے پھسل کواڑی کے ساتھ مسٹرز کیلنڈر اور نکلسن نے رساؤ کا قانون پونڈ فی گھنٹہ میں اس طرح بیان کیا ہے

کواڑی کے دونوں جانبوں کے دباؤ کا اختلاف × بھاپ دریچہ کا احاطہ
——————————————————— × ۰٫۰۲

اوسط تراکیب

پروفیسر کیپر نے رساؤ کو ناپنے کے لیے پھسل کواڑی کے بھاپ دریچوں کو بند کردیا اور بھاپ خانہ میں بھاپ مختلف دباؤں پر داخل کی گئی اور انجن بیرونی طاقت کے ذریعہ مختلف رفتاروں پر چلایا گیا۔ بھاپ جس کا رساؤ کواڑی میں سے ہوا اس کو مکثف کرکے وزن کیا گیا، جن نتائج پر وہ پہنچا وہ حسب[1] ذیل ہیں:۔

بھاپ پیرہن کا اثر۔۔۔ بغیر پیرہن کے بہ نسبت استوانہ کو بھاپ پیرہن کے ذریعہ گرم کرنے سے رساؤ بہت کم ہوگا۔

چکنانے کا اثر۔۔۔ پھسلن سطح کو کم چکنانے کے بہ نسبت خوب چکنانے سے رساؤ میں کافی طور پر تخفیف ہوگی۔

دباؤ کا اثر۔۔۔ جبکہ کواڑی ساکن اور وسط محل پر ہو تو رساؤ تقریباً بھاپ کے دباؤ کے متناسب ہوگا۔ جبکہ انجن دوڑ رہا ہو تو رساؤ اتنا تیزی سے نہیں

[1] اسٹیم انجن ریسرچ کمیٹی کی پہلی رپورٹ انسٹی ٹیوٹ آف میکانیکل انجینیرز کی روداد مارچ سنہ ۱۹۰۵ء۔

بڑھیگا۔ جتنا کہ دباؤ اور رفتار جتنی تیز ہوگی اتنا ہی یہ اختلاف زیادہ ہوگا۔ لہذا زیادہ رساؤ کواٹی کی سطح پر تکثیف شدہ رطوبت کی صورت میں ہونا چاہیے جس کی باز تبخیر اخراج میں پیچھے ہی ہوتی ہے۔ واضح ہو کہ یہ کیلنڈر اور نکلسن کے نتائج کے ساتھ مطابقت کرتا ہے اگرچہ کہ انہوں نے یہ معلوم کیا کہ عملاً رساؤ رفتار پر منحصر نہیں ہوتا۔

تارکشی کا اثر۔۔۔۔ خشک بھاپ جو استعمال کی گئی اس کی تارکشی صدر بھاپ نلی اور بھاپ خانہ کے درمیان کی گئی اور یہ معلوم کیا گیا کہ تمام صورتوں میں بھاپ کے پُرگرم ہونے سے رساؤ کی مقداریں کافی طور پر کمی ہوتی ہے اور اس لیے تکثیف میں بھی تخفیف ہوگی۔

رفتار کا اثر۔۔۔۔ رساؤ ۲۰۰ گردشیں فی منٹ پر بہ نسبت ۵۰ گردشیں فی منٹ کے بہت کم تھا۔ یہ کچھ تیز رفتاروں پر نلی کی جھلی کے مکمل طور پر پھیلنے کے سبب ہو سکتا ہے یا تکثیف اور باز تبخیر کے لیے وقفہ کی تخفیف سے ہو سکتا ہے یا ان دونوں کے سبب سے۔ اس سے صاف ظاہر ہے کہ ان تجربوں میں کام کرتے وقت کواڑی اپنی نشست سے اٹھنے کے سبب رساؤ پیدا نہیں ہوتا بلکہ کواڑی اور پھسل رخ کے درمیان رطوبت اور بھاپ کے تقریباً برقرار بہاؤ کے سبب عمل میں آیا۔

تراکب کا اثر۔ کواڑی کو وسطی محل میں رکھ کر انجن ساکن رکھا جائے تو اس کے رساؤ اور دوڑتے ہوئے انجن کے رساؤ میں التزاماً اور کافی اختلاف ہوتا ہے اس سے صاف ظاہر ہے کہ تراکب کی مقدار اور اس کا تغیر رساؤ پر اہم اثر رکھتے ہیں جیسا کہ بیان ہو چکا ہے کیلنڈر اور نکلسن نے رساؤ کی اوسط شرح حسب ذیل دی ہے۔

$$\frac{\text{دباؤ کا اختلاف} \times \text{احاطہ}}{\text{اوسط تراکب}} \times \text{م}$$

پروفیسر کیپر نے معلوم کیا کہ تمام رفتاروں کے لیے رساؤ دباؤ کے ساتھ

راست تناسب نہیں ہے اور وہ بیان کرتے ہیں کہ اس میں شک ہے کہ آیا وہ تراکیب کے ساتھ بالکل بالعکس تناسب ہے۔ اور اگر ایسا ہی فرض کریں تو انھوں نے یہ بتلایا کہ م کی قیمت مستقل تغیر پذیر [illegible] اگرچہ اس کی اوسط قیمت ۰٫۰۲ ہے جو مسرز کیلنڈر اور نکلسن کی معلوم کردہ قیمت سے مطابقت کرتی ہے۔

فشارہ کواڑیوں اور فشارہ چھلّوں سے رساو

کیپٹن ترپچ آر۔ سینکی نے ایک ویلن انجن کی فشارہ کواڑی اور چھلوں سے رساؤ کو ناپا اور معلوم کیا کہ پھسل کواڑی کے لئے جو مندرجہ بالا نتائج ہیں وہ فشارہ کواڑی کے لیے بھی معقول حد تک درست ہیں اگرچہ م کی قیمت بجائے ۰٫۰۲ کے ۰٫۰۰۳ ہے۔

کواڑی کا اینٹھنا۔ پھسل کواڑی کا ڈھالنا ایک دقیق امر ہے کیونکہ جب وہ سرد رہتی ہے اس وقت بھاپ بند اور درست ہو سکتی ہے لیکن کامی حالات کے تحت گرم ہو کر بگڑ جاتی ہے اور اس میں سے بھاپ کا رساؤ عمل میں آتا ہے۔ یہ عام بات ہے کہ ایک استوانہ نما شکل پر اینٹھنے کا اثر بہت کم ہوتا ہے اس لیے فشارہ کواڑی میں پھسل کواڑی کے بہ نسبت بہت کم اینٹھن ہوتی ہے۔

رساؤ کا سبب پورے طور پر یا جزوی طور پر اینٹھا ہو سکتا ہے جس کا ثبوت اس امر سے ہوتا ہے کہ م کی قیمت جو کیپٹن سینکی نے معلوم کی وہ فشارہ کواڑی کیلیے ۰٫۰۰۳ ہے برخلاف اسکے چھوٹی کواڑی کیلیے ۰٫۰۲ ہے۔[1]

ایک فشارہ کواڑی پر کے امتحانات سے مسٹر ترپچ۔ ڈبنزل لا پلے نے معلوم کیا کہ رساؤ بہت کم ہوا اور زیر امتحان کواڑی کی صورت میں وہ لاپتہ مقدار کے مقابلہ میں قابل نظر انداز تھا۔[2]

پروفیسر میلانبی بھی کافی ثبوت پیش کرتے ہیں کہ کواڑی سے رساؤ لاپتہ مقدار کے بڑے حصے کا سبب ہوتا ہے۔ مثلاً [illegible]ن نمبر ۹۵ میں جس کا بیان دفعہ ۶۸ میں[3]

---

[1] اسٹیم انجن ریسرچ کمیٹی کی پہلی رپورٹ پر بحث ملاحظہ ہو۔ انسٹی ٹیوٹ آف میکانیکل انجینیرز کی روداد مارچ سنہ ۱۹۰۵ء صفحہ ۲۷۵۔

[2] دی انجینیر ۹ فروری سنہ ۱۹۱۲ء

[3] ملاحظہ ہو مرکب انجن کے بھاپ پیرہن کا اثر انسٹی ٹیوٹ آف میکانیکل انجینیرز کی روداد جون ۱۹۰۵ء

ہو چکا ہے بھاپ کی بلند ترین تپش ۳۵۷ ف تھی اور اوسط تپش ۲۸۴ ف۔ استوانہ کے دیوار کی اوسط تپش ۳۳۵ ف تھی، لہٰذا دیواروں کی تپش کی اعظم وسعت ۲ (۳۵۷ - ۳۳۵) = ۴۴ ف سے زیادہ نہیں ہو سکتی۔ دفعہ ۶۸ (صفحہ ۱۹۲) کا طریقہ استعمال کرنے سے ظاہر ہوگا کہ اس تپش کی وسعت پر ۶۰ گردشیں فی منٹ کی رفتار سے ۵۵۵ پونڈ بھاپ فی گھنٹہ تکثف ہو سکے گی جو اعظم مقدار ہے۔ اب حقیقی مفقود مقدار کاٹ کے قریب اس امتحان میں ۷۵۳ پونڈ تھی لہٰذا بقیہ ۷۵۳ - ۵۵۵ یا ۱۹۸ پونڈ کواڑی کے رساؤ کی اقل مقدار فی گھنٹہ کو تعبیر کرتے ہیں۔ یہ بھی ظاہر ہے کہ اس امتحان میں استوانہ کے دیواروں کی اوسط تپش (۳۳۵ ف) بھاپ کی تپش (۲۸۴ ف) سے بہت بلند تر ہے۔

اس نے یہ بھی معلوم کیا کہ تمام امتحانات میں پیرہن اور بلا پیرہن کے ساتھ، شدید دباؤ والے استوانہ میں پھیلاؤ کے دوران میں ظاہری بازتبخیر بلا پیرہن کے بہ نسبت پیرہن والے میں کم ہوتی ہے۔ اس کی وجہ دریافت کرنا مشکل ہے جب تک یہ نہ مان لیا جائے کہ لاپتہ مقدار رساؤ ہی کے سبب ہے اور رساؤ عمل میں آنے کے قبل استوانہ میں بھاپ خشک اور سیر شدہ رہتی ہے۔

مندرجۂ بالا تجربات صرف چند کواڑیوں پر عمل میں آئے لہٰذا
(۱۲۹) کواڑی سے رساؤ کے لیے کوئی معین قانون بیان کرنے کے قبل یہ ضروری
ہے کہ ڈھلے ہوئے لوہے اور دوسری اشیاء سے بنی ہوئی مختلف طرز کی کواڑیوں
پر متعدد تجربات مختلف کامی حالات کے تحت کیے جائیں۔

ظاہری حالت میں یہ معلوم کرنا مشکل ہے کہ عالیہ مکمل کاریگری کے باوجود تمام کواڑیوں میں سے رساؤ کیوں ہوتا ہے یا ٹھسا کبس کے بہ نسبت کواڑیوں میں سے زیادہ رساؤ کیوں عمل میں آتا ہے وغیرہ۔ کواڑی سے رساؤ کے دقیق مسئلہ کی تشریح میں بہت دشواریاں ہیں، چونکہ اگر ایک خاص کواڑی سے کسی خاص انجن میں رساؤ ہوتا ہو تو ضروری نہیں کہ اسی طرز کی کواڑی سے رساؤ ہو جو کسی دوسرے انجن پر لگی ہو جو مشابہ یا مختلف حالات کے تحت کام کرتا ہے۔ اس موضوع پر مزید معلومات کے لیے

پروفیسر اے۔ ایل میلانبی[1] کا مضمون "Surface Condensation in Steam Cylinders" یعنے "بھاپ استوانوں میں سطحی تکثیف" ملاحظہ ہو جو اسکاٹلینڈ میں ۲۱ر ڈسمبر ۱۹۱۱ء میں انسٹی ٹیوشن آف انجینیرز اور شپ بلڈرز کے سامنے پڑھا گیا۔

۷۵۔ پھیلاؤ کی سب سے زیادہ کفایتی شرح—

سب سے پہلے نظری مظہار شکل پر غور کرو جس میں فراغ نظرانداز کیا گیا اور پھیلاؤ ہذلولی فرض کیا گیا ہے (دفعہ ۶۱)۔ کیا ہوا کام فی مکعب فٹ بھاپ جو انجن کے استوانہ میں داخل کی گئی دفعہ ۶۱ سے

$$\text{ک} = 144\left\{ \text{د}_1 (1 + \text{لوگ}_{\text{و}}\,\text{ب}) - \text{ب}\,\text{د}_{\text{ع}} \right\} \text{ فٹ پونڈ} \qquad \ldots\ldots (1)$$

جہاں د_1 = ابتدائی دباؤ پونڈ فی مربع انچ مطلق

$\text{د}_{\text{ع}}$ = عقبی دباؤ " " " "

ب = پھیلاؤ کی بہ نسبت

اس کو اعظم بنانے کے لیے $\dfrac{\text{فر ک}}{\text{فر ب}} = 0$ کرنے سے ب کی قیمت حاصل ہوگی لہٰذا،

$$\frac{\text{فر ک}}{\text{فر ب}} = \frac{\text{د}_1}{\text{ب}} - \text{د}_{\text{ع}} = 0$$

$$\text{یا}\quad \text{ب} = \frac{\text{د}_1}{\text{د}_{\text{ع}}} \qquad \ldots\ldots (2)$$

اگرچہ حقیقی انجن میں یہ مسئلہ اتنا آسان نہیں ہے۔ پہلے تو ابتدائی تکثیف کی وجہ کیا ہوا کام کم ہوگا۔ فرض کرو تکثیف کی وجہ کا یہ نقصان و سے تعبیر ہوتا ہے تب کیا ہوا کام فی مکعب فٹ بھاپ اس طرح لکھا جا سکتا ہے

$$\text{ک} = 144\,\text{د}_1 (1 + \text{لوگ}_{\text{و}}\,\text{ب}) - 144\,\text{ب}\,\text{د}_{\text{ع}} - \text{و} \qquad \ldots\ldots (3)$$

[1] A.L. Mellanby

$$\frac{\text{فرک}}{\text{فرب}} = ۱۴۴ \frac{\text{د}_۱}{\text{ب}} - ۱۴۴\, \text{د}_\text{ع} - \frac{\text{فرو}}{\text{فرب}} = ۰ \quad \text{اعظم کے لیے}$$

$$\text{یا} \quad \frac{\text{فرو}}{\text{فرب}} = ۱۴۴ \left(\frac{\text{د}_۱}{\text{ب}} - \text{د}_\text{ع} \right) \ldots\ldots\ldots\ldots (۴)$$

غیر تکثیفی انجنوں کے لیے مسٹر پی۔ ڈبلیو۔ ویلنس نے معلوم کیا کہ بہترین پھیلاؤ کی نسبت سادہ انجن کے لیے ب $= \frac{\text{د}_۱}{۲۵}$ اور مرکب[ا] انجن کے لیے ب $= \frac{\text{د}_۱ - ۱۰}{۲۵}$ ہے۔ غیر تکثیفی انجن کے لیے ب $= \frac{\text{د}_۱}{۲۵}$ اور $\text{د}_\text{ع} = ۱۷$ لیکر (۴) میں مندرج کرنے سے

$$\frac{\text{فرو}}{\text{فرب}} = ۱۴۴ (۲۵ - ۱۷) = ۱۴۴ \times ۸ = ۱۱۵۲$$

تکمیل کرنے سے

$$\text{و} = ۱۱۵۲\,\text{ب} + \text{مستقل} \ldots\ldots\ldots\ldots (۵)$$

یہ ایک خط مستقیم کی مساوات ہے یا دوسرے الفاظ میں اس نظریہ سے تکثیف کی وجہ کا نقصان، پھیلاؤ کی نسبت کا خطی تفاعل ہے۔ تکثیف کے اثر سے عقبی دباؤ میں ۸ پونڈ فی مربع انچ کا اضافہ ہوتا ہے۔ (۱۲۷)

تکثیف کی وجہ کے نقصان کے سوائے انجن کی رگڑ کی وجہ کام میں اور تخفیف ہوگی فرض کرو رگڑ ف پونڈ فی مربع انچ عقبی دباؤ کے مساوی ہے۔ اور معادل عقبی دباؤ کے لیے جو تکثیف کے سبب ہے اگر م لکھا جائے تو خالص کام جو فی مکعب فٹ بھاپ سے ہوگا یہ ہے

$$\text{ک} = ۱۴۴\, \text{د}_۱ (۱ + \text{لوک}_\text{ھ}\, \text{ب}) - ۱۴۴\, \text{ب} (\text{د}_\text{ع} + \text{ف})$$
$$- ۱۴۴ (\text{م}\, \text{ب} + \text{ا}) \ldots\ldots (۶)$$

$$\frac{\text{فرک}}{\text{فرب}} = \frac{۱۴۴\, \text{د}_۱}{\text{ب}} - ۱۴۴ (\text{د}_\text{ع} + \text{ف}) - ۱۴۴\, \text{م} = ۰ \quad \text{اعظم کے لیے}$$

$$\frac{\text{د}_۱}{\text{ب}} - (\text{د}_\text{ع} + \text{ف}) - \text{م} =$$

ا۔ انسٹی ٹیوٹ آف سیول انجینیرز کی روئداد ۸۸-۱۸۸۷ جلد ۹۳

یا $ب = \frac{د_ا}{د_ع + ف + م}$ .... (۷)

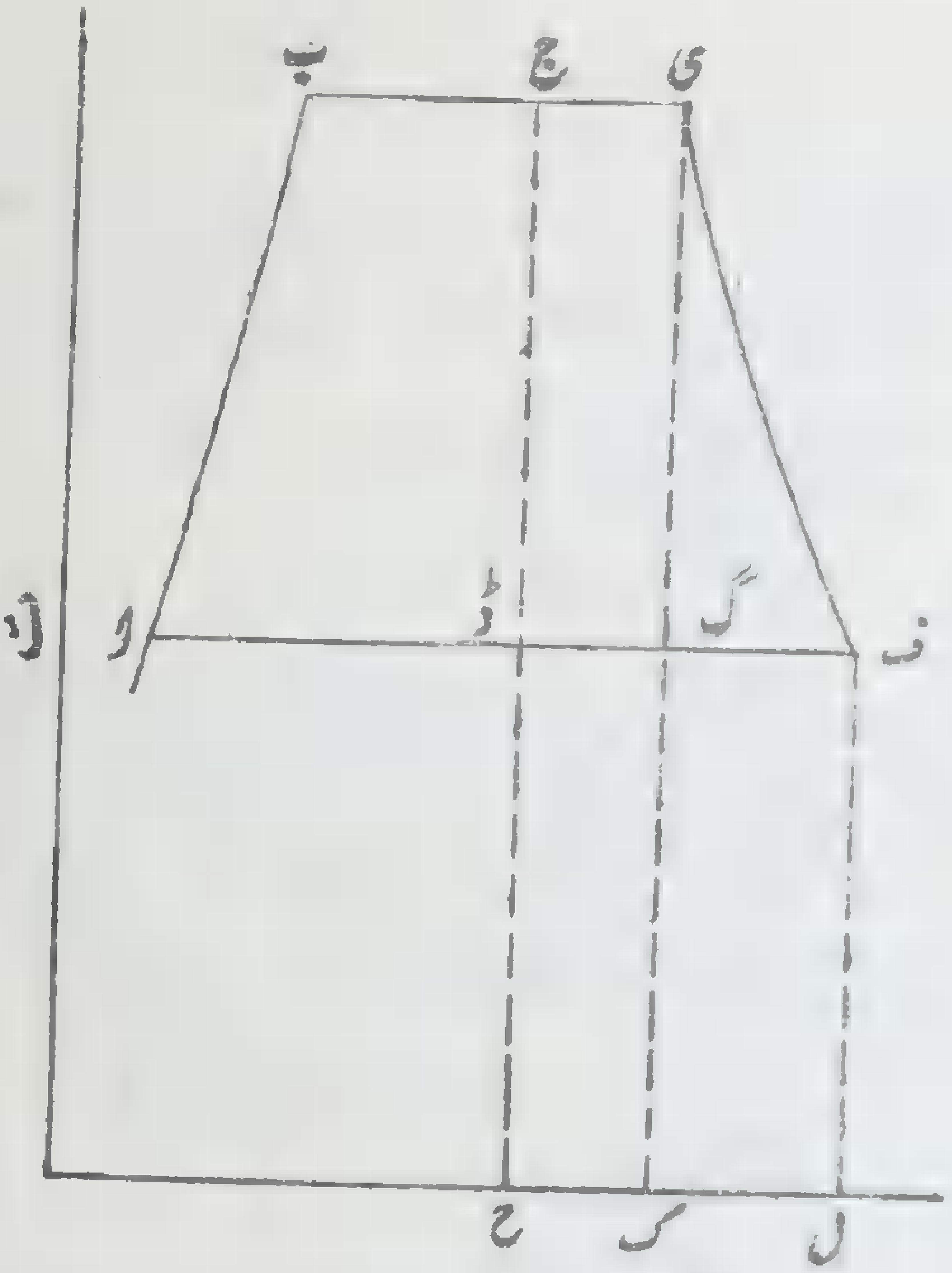
مندرجۂ بالا طریقۂ بحث سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ غیر تکثیفی انجن کے لیے پھیلاؤ کی سب سے زیادہ کفایتی نسبت جو اختیار کی جا سکتی ہے وہ مساوی ہے

$$\frac{\text{بھاپ کا ابتدائی دباؤ}}{\text{ایک مستقل}}$$

جیسے کہ اوپر بیان کیا گیا مسٹر ویلنس نے اس خاص انجن کے لیے جس پر انھوں نے تجربہ کیا تھا اس مستقل کی قیمت ۲۵ لی ہے۔ تکثیفی انجن کی صورت میں وہ بیان کرتے ہیں "تکثیفی انجن کے لیے بہترین پھیلاؤ کی نسبت کی تعریف کرنا بہت مشکل ہے۔ اس سوال کا جواب ہر خاص انجن کے بنانے والے کے لیے چھوڑ دیا جائے۔ مفید کام جو بھاپ سے حاصل ہوتا ہے وہ بہت کچھ کثیفہ کے عقبی دباؤ اور ہر انجن کی رگڑ پر منحصر ہوتا ہے اور کوئی عام قاعدہ تبلانا ناممکن ہے"۔

۷۶ - بھاپ پیرہن — اس بھاپ انجن کا نظریہ جس میں پورے پھیلاؤ تک بھاپ خشک اور سیر شدہ رکھی جاتی ہے دفعہ ۵۹ میں دیا جا چکا ہے اب ہم حقیقی انجن پر غور کرینگے جس پر بھاپ پیرہن ہے اور معلوم کرینگے کہ تصوری صورت سے وہ کتنا قریب ہے۔

جبکہ بغیر پیرہن والے استوانہ میں خشک سیر شدہ بھاپ داخل کی جائے تو ہمیشہ ابتدائی تکثیف عمل میں آتی ہے (دفعہ ۶۷) اور بھاپ کاٹ پر تر ہوگی۔ ابتدائی تکثیف کو روکنے کے لیے جبکہ سیر شدہ بھاپ استعمال کی جائے یہ ضروری ہے کہ استوانہ کے دیواروں کی تپش داخل ہونے والی بھاپ سے کم نہ ہو اور یہ صورت اسی وقت حاصل ہوگی جبکہ ایک موزوں بھاپ پیرہن لگایا جائے۔ فرض کرو اب ج ڈ (شکل ۶۰) تپش ناکارگی کے نقشہ کو تعبیر کرتی ہے جبکہ استوانہ کی دیواریں بغیر پیرہن کے ہوں۔ خشکی کی کسر کاٹ پر $\frac{ب ج}{ب ی}$ ہے اور رہائی پمہ



فہ
شکل ۶۰

$\frac{\text{ا ڈ}}{\text{ا ث}}$ اور پھیلاؤ ج ڈ
حرنا گذار ہے۔ اب اگر
بھاپ پیرہن استوانہ پر
لگایا جائے اور بھاپ کاٹ
تک خشک رکھی جائے
جس کے بعد پھیلاؤ پھر
حرنا گذار ہو تو پیرہن کے
ذریعہ کامی بھاپ کو پہنچائی
ہوئی حرارت رقبہ
ج ی ک ح سے تعبیر
ہوگی اور کیے ہوئے کام
کی فاضل مقدار رقبہ
ج ی گ ڈ سے تعبیر (۲۲)
ہوگی۔ اگر پیرہن کا اثر یہ ہو
کہ پورے پھیلاؤ تک بھاپ خشک رہے تو پیرہن کے ذریعہ پہنچائی ہوئی کل حرارت
رقبہ ج ی ف ل ح سے تعبیر ہوتی ہے اور فاضل کیا ہوا کام رقبہ ج ی ف ڈ سے
ہر دو صورت میں زائد استعداد حاصل ہوتی ہے (دفعہ ۵۹)۔ شکل ۵۶ اور دفعہ ۱۷ میں
عمل کی ہوئی مثال ملاحظہ ہو۔

پیرہن اور بغیر پیرہن[1] کے ساتھ بھاپ انجنوں کے جو نتائج طبع ہوئے ان سے

---

[1] حسب ذیل مضامین ملاحظہ ہوں۔ انسٹی ٹیوشن آف میکانیکل انجینیرز کی روداد' اسٹیم جیکٹ ریسرچ کمیٹی کی رپورٹ پہلی رپورٹ ۱۸۸۹ء صفحہ ۷۰۳' دوسری رپورٹ ۱۸۹۲ء' صفحہ ۴۱۸' تیسری رپورٹ ۱۸۹۴ء صفحہ ۵۳۵۔ اسٹیم انجن ریسرچ کمیٹی کی پہلی رپورٹ ۱۹۰۵ء صفحہ ۱۷۔ پروفیسر اے۔ ایل میلانبی کا مضمون "ٗافقی مرکب بھاپ انجن کی استعداد پر بھاپ پیرہن کے اثرات" ۱۹۰۵ء صفحہ ۵۱۹۔ پروفیسر اوسبورن رینالڈس کا

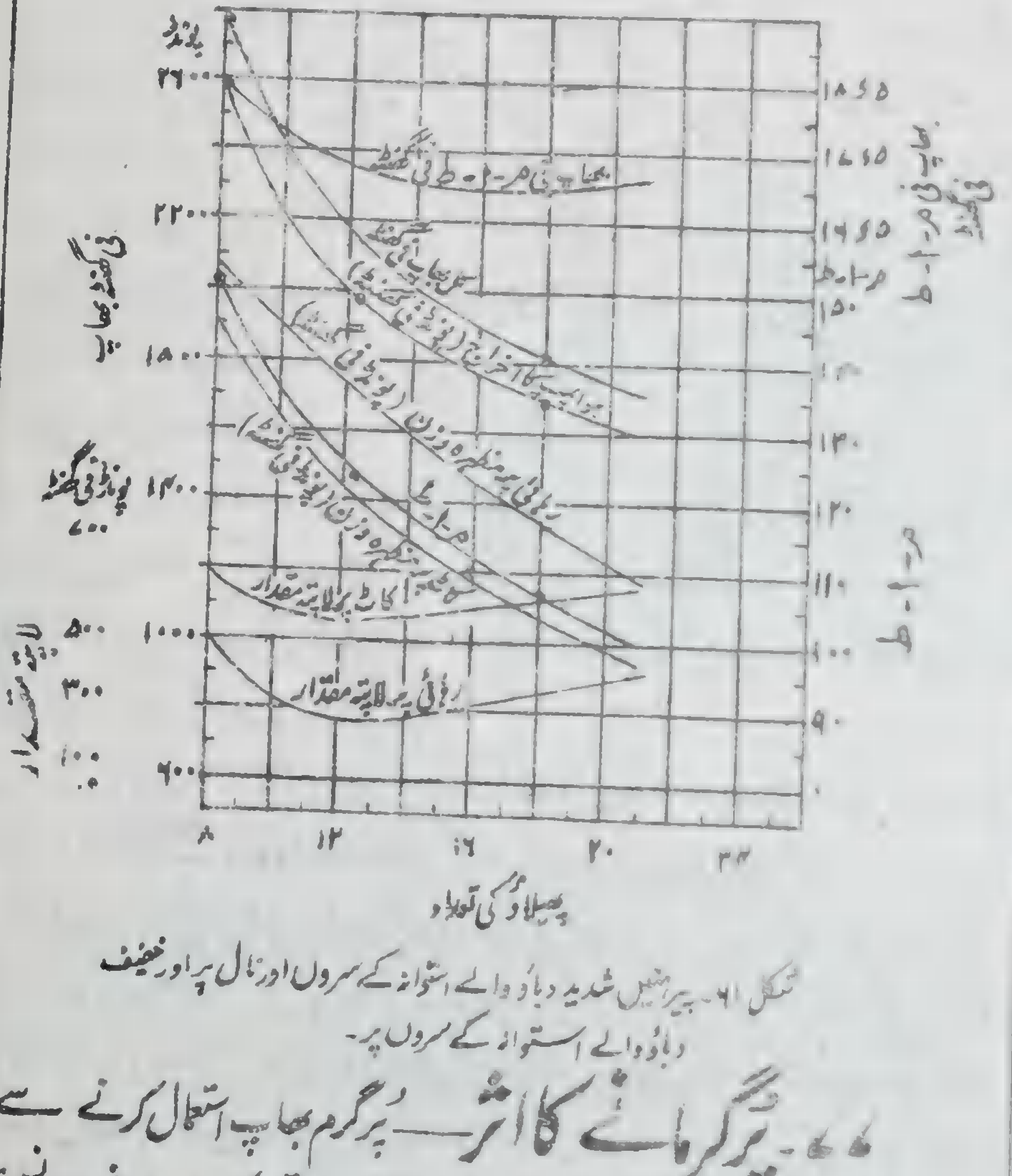
معلوم ہوتا ہے کہ بھاپ پیرہن کے استعمال سے استعداد میں اضافہ ۳ فیصد سے ۲۵ فیصد تک اور انجن کے طرز پر منحصر ہوتا ہے۔ عموماً پیرہن تیز رفتار والے انجنوں کے بہ نسبت سست رفتار والے انجنوں کے لیے زیادہ مفید ہیں اور رسادے اور مرکب انجنوں کے لیے بھی مفید ہیں۔ لیکن تہیرے اور چوہرے پھیلاؤ کے انجنوں کی صورت میں ان کی استعداد میں شک ہے۔ عملاً یہ بھی معلوم ہے کہ بغیر پیرہن کے جو انجن زیادہ کفایتی ہوتے ہیں ان کیلیے پیرہن زیادہ مفید نہیں۔ بغیر پیرہن کا ایک انجن اگر ۱۲۰ پونڈ فی مربع انچ دباؤ پر ۱۳ پونڈ بھاپ فی گھنٹہ در۔ ا۔ ط استعمال کرتا ہے تو بھاپ پیرہن کی قیمت بہت کم ہوگی۔ ایک انجن کو ٹھیک طور پر تجویز کر کے اس کو ایسی کامل حالت تک پہنچا سکتے ہیں کہ بغیر پیرہن کے اس کی کفایت اتنی زیادہ ہوگی کہ پیرہن کو استعمال کرنے سے جو فائدہ حاصل ہو سکتا ہے وہ مقابلۃً بہت تھوڑا ہوگا۔ تمام وہ ذرائع جن سے اسطوانہ کی دیواروں کی تپش میں اضافہ ہو سکتا ہے یعنے تکثیف کم کی جا سکتی ہے مثلاً پُر گرم بھاپ کا استعمال کاٹ کا دیر میں ہونا' بغیر تکثیف کے کام کرنا اور انجن کو تیز چلانے سے بھاپ پیرہن کے مفید اثر میں تخفیف ہو جاتی ہے۔

(۱۲۹) پروفیسر اے۔ ایل۔ میلانبی نے مرکب انجن کے شدید دباؤ والے پورے اسطوانہ پر اور خفیف[۱] دباؤ والے اسطوانہ کے صرف سروں پر پیرہن لگا کر سب سے زیادہ کفایتی نتائج حاصل کیے۔ ایک دوسرا اہم نتیجہ جس پر وہ پہنچے یہ تھا کہ پیرہن سے رساؤ اور تکثیف میں کمی ہوتی ہے جو مسرز کیلنڈر اور نکلسن کے نتائج سے مطابقت کرتا ہے صفحہ ۲۱۱ و ۲۱۲۔ پیرہن اور بغیر پیرہن کے ساتھ پھیلاؤ کے مختلف نسبتوں سے جو نتائج حاصل ہوئے وہ اشکال ۶۱ اور ۶۲ میں بتلائے گئے ہیں۔ واضح ہو کہ پروفیسر میلانبی نے انجن کو ۶۰ گردشیں فی منٹ کے حساب سے چلایا تھا یعنے مجوزہ طبعی رفتار کی نصف رفتار کے ساتھ تاکہ پیرہن کا اثر صاف ظاہر

(بقیہ مضمون صفحہ گزشتہ) "وتھ ورتھ انجنیرنگ لباریٹری اوِنس کالج مینچسٹر میں بھاپ انجن کے امتحانات اور تہیرے پھیلاؤ کا انجن"، انسٹی ٹیوٹ آف سیول انجنیرز کی روئداد جلد ۹۹ صفحہ ۱۵۲۔

[۱] انسٹی ٹیوٹ آف میکانیکل انجنیرز کی روئدادیں ۱۹۰۵ء دفعہ ۵۵۴۔

ہو سکے۔ اسی سبب سے صرفِ بھاپ زیادہ ہوا۔

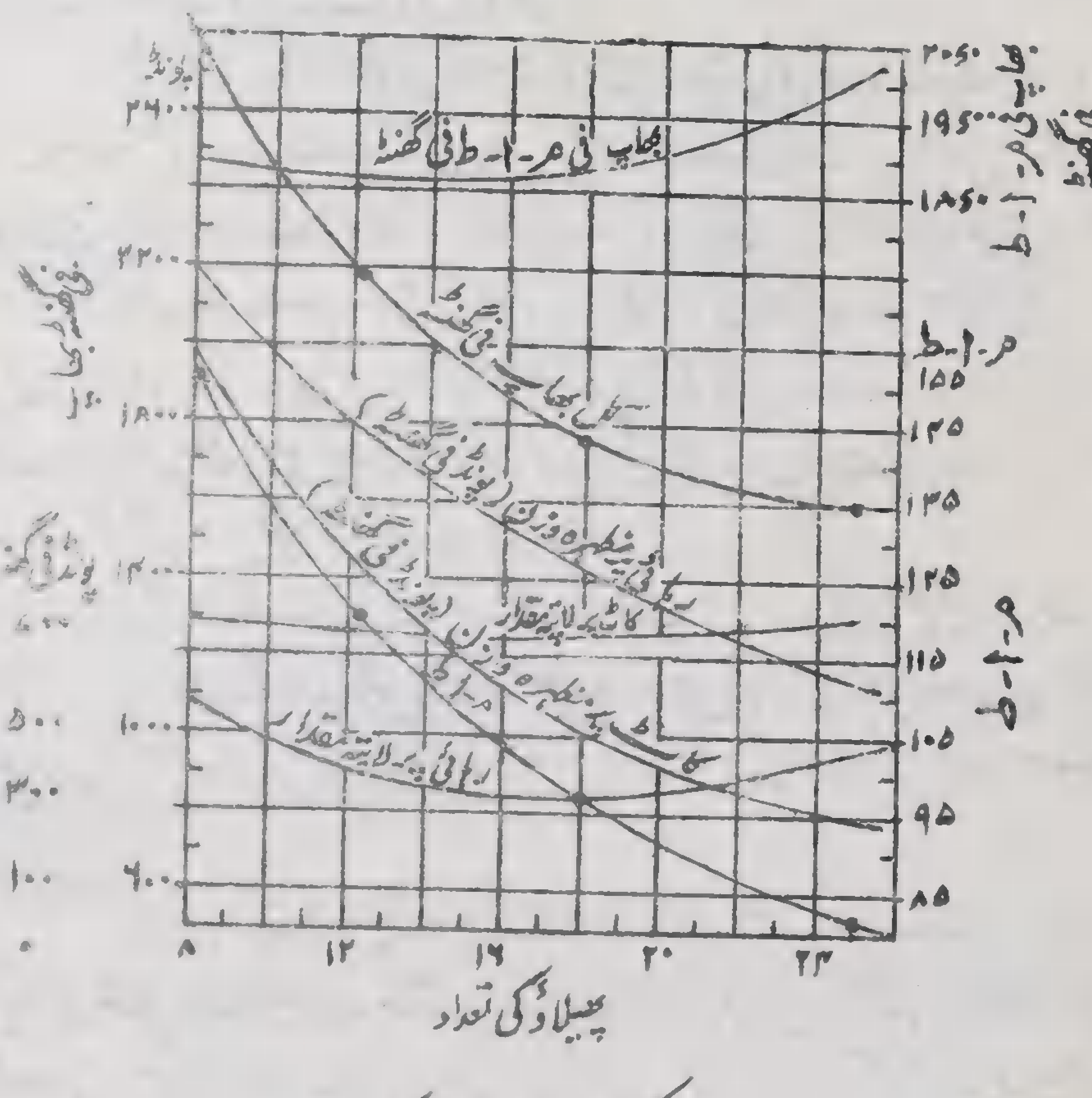


شکل ۶۱۔ پیرہنیں شدید دباؤ والے استوانہ کے سروں اور نال پر اور خفیف دباؤ والے استوانہ کے سروں پر۔

۷۷۔ پرگرمانے کا اثر — پرگرم بھاپ استعمال کرنے سے تکثیف میں کمی ہوتی ہے اور اس لحاظ سے حاصل کردہ نتائج زیادہ واضح ہیں بہ نسبت بھاپ پیرہنوں کے۔ اگر پرگرمی کافی ہو تو ابتدائی تکثیف پورے طور سے مسدود ہو جائیگی اور کاٹ پر بھاپ خشک رہیگی جس کی وجہ استعداد حرحرکیاتی استعداد سے بہت زیادہ ہوگی (۱۳۰)

ے۔ پی۔ ڈبلیو ولیو ریج سکے "پرگرم بھاپ انجن کے امتحانات" انسٹی ٹیوٹ آف سیول انجینیرز کی روئداد جلد (۱۲۸)

(دفعہ ۸۵)۔ اگر یہ صورت حاصل ہو جائے تو ظاہر ہے کہ رہائی پر بھاپ زیادہ خشک ہوگی بہ نسبت اس کے کہ سیر شدہ بھاپ استعمال کی جاتی ہے ٹھنڈا استوانہ کی دیواروں سے



شکل ۶۲- بغیر برہن کے

اخراج کے دوران میں حرارت کی کم مقدار لی جائیگی اور بچکاؤ کے دوران میں تپش بلند تر ہوگی۔ اور یہ فرض کرنا مناسب ہوگا کہ گدی کی بھاپ کم و بیش پُر گرم ہوگی۔ نتیجہ خالص یہ ہے کہ اگرچہ دیواروں کی تپش داخل ہونے والی پُر گرم بھاپ سے کم ہوتی ہے لیکن وہ خشک رہینگی۔ مزید برآں دیواروں سے داخلہ کے دوران میں جذب کردہ کم حرارت کی مقدار صرف بھاپ کی تپش کو کم کردیگی۔ اور تکثیف اسی وقت ممکن ہوگی جبکہ سیری کی تپش پہنچ جائے۔ اس لیے ظاہر ہے کہ کافی طور پر اعلی درجہ کی پُر گرمی استعمال کرنے سے دیواریں کاٹنک

رکھی جا سکتی ہیں اور ان کی اوسط تپش میں بھی بہت اضافہ ہو سکتا ہے۔ واضح رہے کہ خشک دیواروں اور بُرگرم بھاپ کے درمیان تبادلہ حرارت رطوبت کی موجودگی میں کے تبادلہ کے بہ نسبت کم ہوتا ہے دفعہ (۶۷)۔

بُرگرم بھاپ کا استعمال کفایت کو بڑھانے میں بھی مدد دیتا ہے کیونکہ کواڑی کے رُخ بلند تر تپش پر رکھے جاتے ہیں اور خشک ہونے کی وجہ رطوبت کی شکل میں (۱۳۱) کواڑی سے رساؤ کے کم ہونے کا امکان ہے۔ اگر کیلنڈر اور نکلسن کا خیال کواڑی سے رساؤ کے طریقے کے بارے میں صحیح ہو تو (دفعہ ۴) بُرگرم بھاپ استعمال کرنے سے اس کی مقدار بہت گھٹ جائیگی اور ابتدائی تکثیف اور کواڑی سے رساؤ کو روک دینے کی وجہ سے مفقود مقدار میں بہت تخفیف ہو جائیگی۔ لیکن اس بات پر پورے طور سے قائم ہونے کے قبل مزید تجربات کی ضرورت ہے۔

بُرگرمانے کے اثر کے چند دلچسپ نتائج بِلّس اور مارکم انجنوں کے ساتھ مسٹر آر۔ ٹی۔ سمتھ کے ریمارکس سے حاصل ہوتے ہیں جو اسٹیم انجن ریسرچ کمیٹی کی پہلی رپورٹ کی بحث میں درج ہیں اور جن سے ذیل کی تفصیلات حاصل کی گئی ہیں۔

بُرگرمی کے درجوں کے بدلنے کا اثر سات انجنوں کے صرفِ بھاپ فی کلوواٹ فی گھنٹہ شکل ۶۳ سے ظاہر ہوتا ہے جبکہ ہر ایک انجن ایک ڈینمو سے جوڑا گیا اور ماحصل کی وسعت ۲۲۰ سے ۱۵۰۰ کلوواٹ تک تھی۔ ان میں کے تمام بغیر برہن کے تکثیفی انجن تھے اور تمام کا امتحان پورے بوجھ کے تحت عمل میں آیا اور (ف) کا ۳/۴ بوجھ کے تحت امتحان بھی ہوا دلچسپ نتیجہ یہ ہے کہ اگر تمام منحنیاں دور تک کھینچی جائیں تو معلوم ہوگا کہ تمام تقریباً ایک نقطہ پر ملتے ہیں یعنی ۴۰۰ بُرگرمی۔ اس سے معلوم ہوتا ہے کہ اگر کوئی اس طرز کے تمام انجنوں کے لیے جو کسی جسامت کے ہوں کافی بُرگرمی استعمال کرے تو سب کی استعداد تقریباً مساوی ہوگی۔ شکل ۶۳ میں کے انجن ا پر کے کئی تجربات سے منحنیوں کا ایک سلسلہ شکل ۶۴ میں اتارا گیا، جو

ا۔ انسٹی ٹیوشن آف میکانیکل انجنیرز کی روئداد میں صفحہ ۳۰۰ سنہ ۱۹۰۵ء

انجن میں سے گذرنے والی بھاپ کا وزن پونڈ فی ب۔ ا۔ ط گھنٹہ میں تمام بوجھوں کے تحت پورے بوجھ تک سیر شدہ بھاپ کے ساتھ تبلاتا ہے اور ۵۰ سے ۲۵۰ ف پر برگرمی کے لیے بھی۔ پرگرمی کے بڑھنے سے یہ منحنیاں چپٹی ہوتی ہیں جس سے معلوم ہوتا ہے کہ کافی پرگرمی استعمال کی جائے تو اس طرز کا انجن تمام بوجھوں کے تحت مساوی استعداد والا بننے کی کوشش کرتا ہے۔[لہ]

۸۷ شکل جزو ضربی ۔۔۔ دفعہ ۱۶ میں "شکل جزو ضربی" کی تعریف ہو چکی ہے۔

$$ی = \frac{\text{حقیقی اوسط اثری دباؤ}}{\frac{د_۱}{ب}\left(۱ + \text{لوک}_و\, ب\right) - د_ع}$$

جہاں د۱ = بھاپ خانہ کا مطلق دباؤ۔ اور دع عقبی دباؤ۔ ضعفی پھیلاؤ کے انجنوں میں اوپر کے جملہ میں کا شمار کنندہ خفیف دباؤ والے استوانہ کے حوالہ سے اوسط اثری دباؤ ہوگا یعنے اوسط دباؤ ایسے مفرد فشارہ پر جس کا رقبہ خفیف دباؤ والے استوانہ کے رقبہ کے مساوی ہو اور جو تمام استوانوں کے مساوی طاقت پیدا کرے۔ اس لیے شکل جزو ضربی منظہرہ اسپی طاقت کے رقوم میں حسب ذیل ظاہر کی جا سکتی ہے:۔

$$ی = \frac{م \cdot ا \cdot ط \times ۳۳۰۰۰}{\left\{\frac{د_۱}{ب}\left(۱ + \text{لوک}_و\, ب\right) - د_ع\right\} \text{ل رقان}}$$

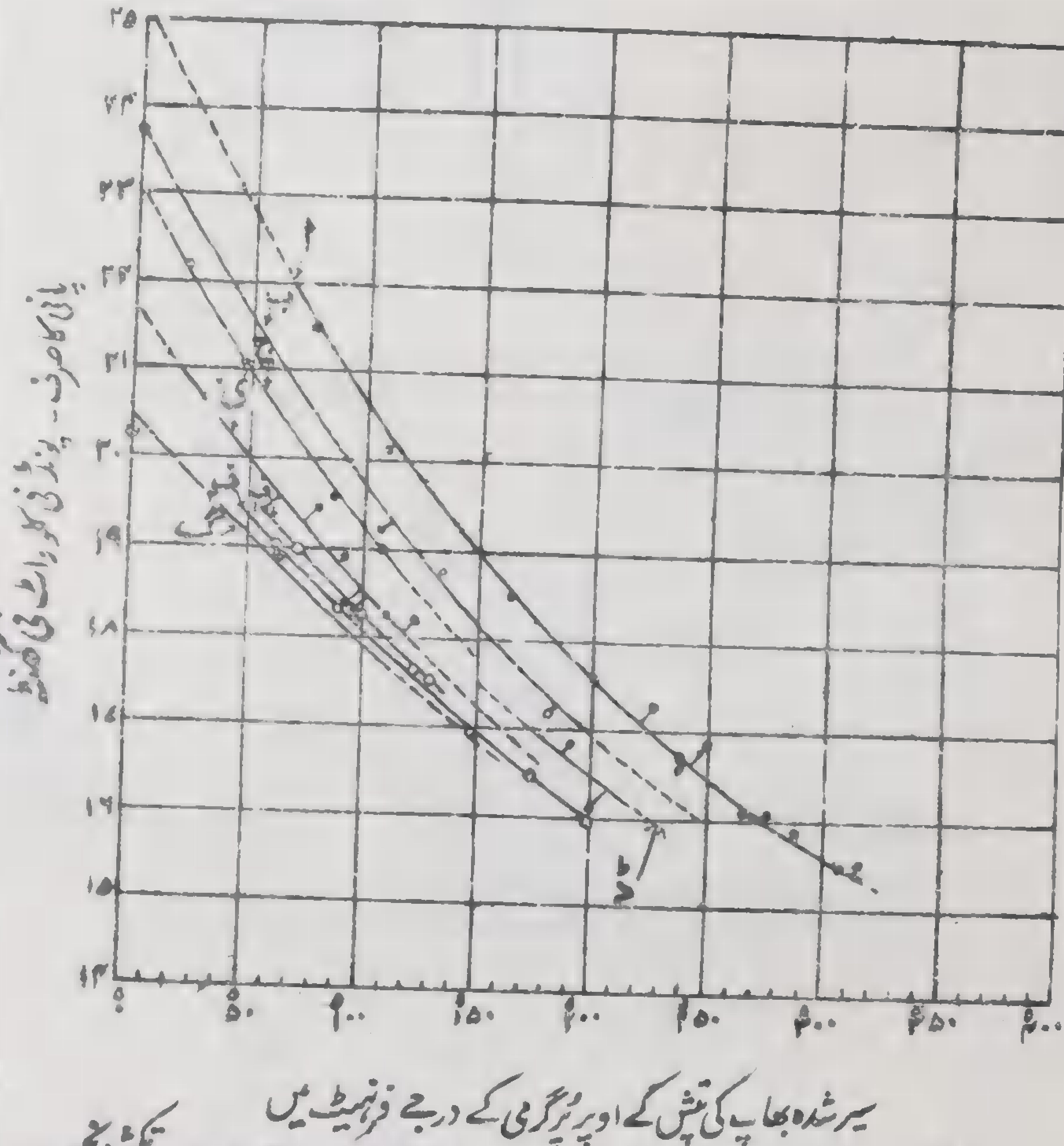
لہ ۔ پرگرم بھاپ کے مزید معلومات کے لیے ذیل کے مضامین ملاحظہ ہوں۔
انسٹی ٹیوشن آف میرین انجینیرز۔ مسٹر اے۔ ایف۔ وائٹ کا مضمون "بحری انجن اور پرگرم بھاپ" میرین انجینیر اینڈ نیول آرکیٹکٹ دسمبر سنہ ۱۹۰۹ء۔ انسٹی ٹیوشن آف نیول آرکیٹکٹس مسٹر میرالڈ۔ ای یارو کا مضمون "بحری جوشاروں میں کے پرمسخن" ۲۸ مارچ سنہ ۱۹۱۲ء اور ۵ اپریل سنہ ۱۹۱۲ء میں دوبارہ طبع ہوا۔ انسٹی ٹیوشن آف سیول انجینیرز جلد ۱۲۸۔ پروفیسر ڈبلیو رپیر کا مضمون "پرگرم بھاپ انجن کے امتحانات"۔

جہاں ل = ضرب فٹ میں، سا = خفیف دباؤ والے استوانہ کا رقبہ مربع انچ میں اور ن = کامی ضربوں کی تعداد فی منٹ۔

ی کی قیمت انجن کے طرز پر منحصر ہوتی ہے یعنے آیا سادہ یا مرکب، پیراہن

(۱۳۲) یا بغیر پیراہن کے، تیز رفتار یا سست رفتار وغیرہ۔

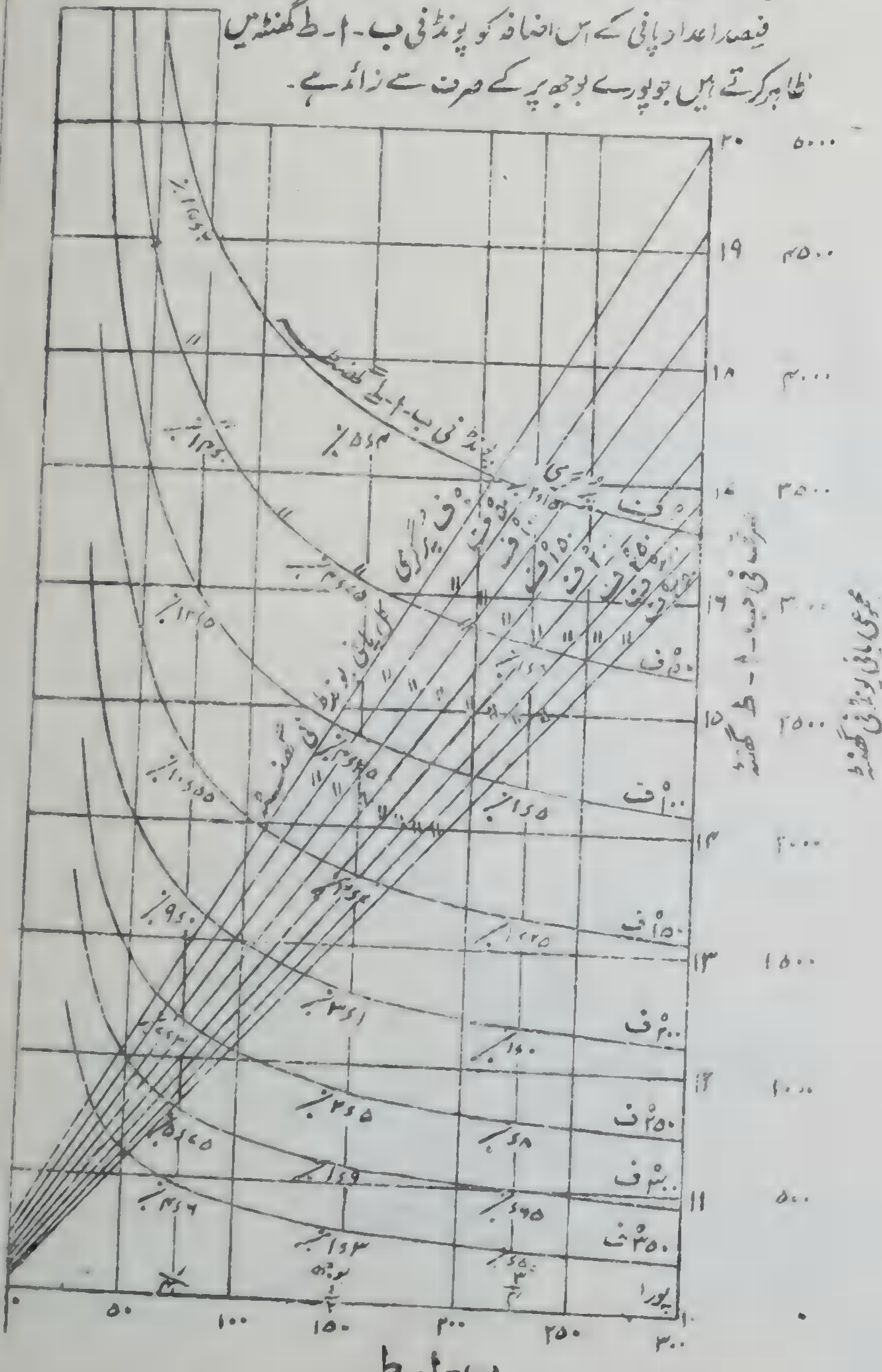
سٹ	انجن سے جوڑے ہوئے مکوں کا اصل کلوواٹ میں	امتحان کے وقت بوجھ	روک کواڑی بھاپ کا دباؤ پونڈ فی مربع انچ	انجن خلاء انچ پارہ	تاریخ امتحان
ا	۲۰۸	پورا	۱۵۵	۲۶	جنوری ۱۹۰۴
ب	۲۲۰	"	۱۷۵	۲۵	نومبر ۱۹۰۲
ج	۳۰۸	"	۱۹۰	۲۵	ڈسمبر ۱۹۰۲
ڈ	۳۶۲	"	۱۶۲	۲۵٫۸	فروری ۱۹۰۳
ی	۵۰۰	"	۱۵۰	۲۶	مارچ ۱۹۰۴
ف۱	۶۰۰	"	۱۹۰	۲۷	جنوری ۱۹۰۵
ف۲	۵۸۰	$\frac{۳}{۴}$	۱۹۲	۲۷	فروری ۱۹۰۵
گ	۱۴۵۶	پورا	۱۸۳	۲۶	جولائی اوگسٹ ۱۹۰۳



شکل ۶۳ - بغیر پیراہن کے تیز رفتار تہبیر سے پھیلاؤ کے پرگرم بھاپ استعمال کرنے والے تکثیفی انجن
(مسٹر ربلس اور مارکم کے انجنوں پر تجربات)

ایک نئے انجن کے لیے شکلی جزوِ ضربی معلوم کرنے میں جو دشواری پیش
آتی ہے وہ عقبی دباؤ کی قیمت کا تعین نہ ہونے کے سبب ہے یکثفہ کے یکساں دباؤ
کے لیے انجن کے استوانہ میں حقیقی عقبی دباؤ مستقل نہیں رہتا (۱۳۳)

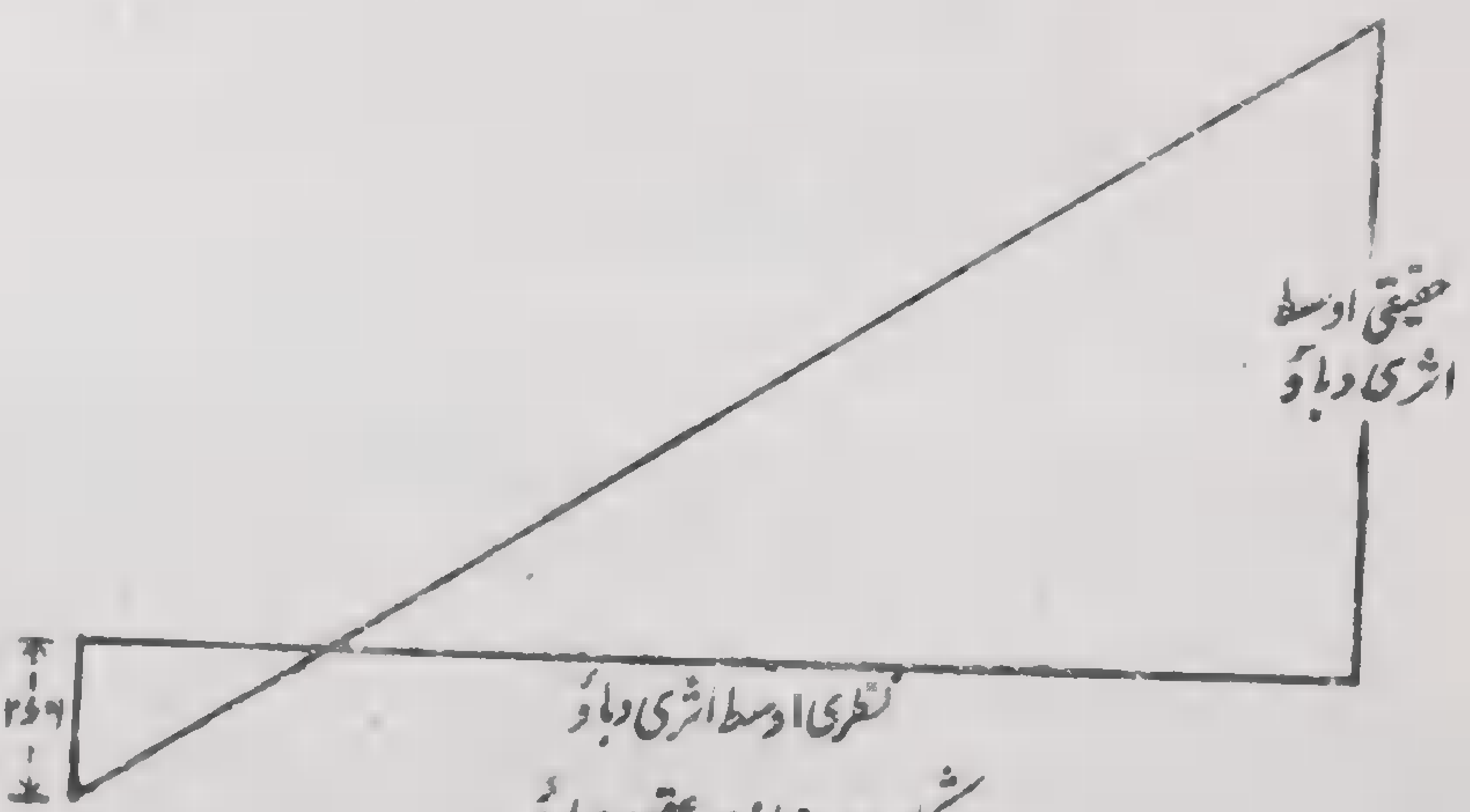
(شکل ۶۳ کا انجن ا) بدلتے ہوئے بوجھوں کے تحت صرف بھاپ پر پیر گرمی کا اثر بتلایا گیا۔
فیصد اعداد پانی کے اس اضافہ کو پونڈ فی ب۔ا۔ط گھنٹہ میں
ظاہر کرتے ہیں جو پورے بوجھ پر کے صرف سے زائد ہے۔



شکل ۶۴۔ بغیر پیرہن کے تیز رفتار تہرے پھیلاؤ کا انجن

(۱۳۴) وہ عموماً انجن کی رفتار، ابتدائی دباؤ اور پھیلاؤ کی نسبت کے ساتھ بدلتا ہے۔ اگر ابتدائی دباؤ یا انجن کی رفتار یا دونوں بڑھائے جائیں تو ظاہر ہے کہ انجن میں سے زیادہ بھاپ گذریگی اور عقبی دباؤ بڑھیگا اور ی پر فوراً اثر پڑیگا۔ مسٹر سی۔ ایچ۔ ونگفیلڈ[۵۱] نے بتلایا کہ اگر ایک مقدار، جس کا نام انہوں نے مجازی عقبی دباؤ رکھا، حقیقی عقبی دباؤ کے بجائے درج کی جائے تو یہ مجازی عقبی دباؤ جو متشابہ انجنوں کے امتحانات سے حاصل ہو سکتا ہے، نہ صرف رفتار اور پھیلاؤں کی تعداد سے مستغنی ہے بلکہ شکلی جزوِ ضربی 'ی' پھیلاؤں اور رفتار سے بہت کم متاثر ہوتا ہے۔ وہ اپنا طریقہ ان نتائج پر استعمال کرتے ہیں جو مسٹر پی۔ ڈبلیو ویلنس نے اپنے تکثیفی انجن کے امتحانات[۵۲] سے حاصل کیے تھے۔ حقیقی اوسط اثری دباؤ اور نظری اوسط دباؤ کی ترسیم کرنے سے جیسے شکل ۶۵ میں بتلایا گیا ہے مجازی عقبی دباؤ حاصل ہوتا ہے۔ انتصابی محور پر، حاصل شدہ خط مستقیم کے مقطوعہ سے مجازی عقبی دباؤ حاصل ہوتا ہے۔

پھیلاؤں کی ایک مستقل تعداد (ب = ۴٫۸۲) سے وہ مجازی عقبی دباؤ ۱۲٫۶۹ پونڈ فی مربع انچ مطلق حاصل کرتے ہیں اور شکلی جزوِ ضربی ی ۴۰۰ گردشیں فی منٹ پر ۰٫۶۹ سے



شکل ۶۵- مجازی عقبی دباؤ

۴۰۰ گردشیں فی منٹ پر ۰٫۷۲ تک بدلتی ہے۔ ی میں تھوڑی تخفیف رفتار کی ترقی کے ساتھ، غالباً تارکشی کی وجہ سے عمل میں آتی ہے۔

۵۱- انجینیرنگ ۲۰ اکتوبر ۱۸۹۳ء
۵۲- انسٹی ٹیوٹ آف سیول انجینیرز کی روندادیں ۱۸۹۲-۱۸۹۳ء

۴۰۰ گردشیں فی منٹ کی مستقل رفتار کے ساتھ مجازی عقبی دباؤ ۳ پونڈ فی مربع انچ مطلق تھا اور پھیلاؤں کے ساتھ جو مسٹر ویلنس نے استعمال کیے شکلی جزوِ ضربی کی قیمتیں حسب ذیل ہیں۔

پھیلاؤ	ی
۴٫۸۲	۰٫۶۹
۱۰٫۰۰	۰٫۷۷
۱۵٫۵۵	۰٫۸۳

مرکب[۱] انجن پر پروفیسر میلانی کے حاصل کردہ شکلی جزوِ ضربی کی قیمتیں شکل ۹۶ میں حقیقی اور نظری اوسط اثری دباؤں کے ساتھ پیرہن والے اور بغیر پیرہن والے انجنوں کے لیے بتلائے گئے ہیں۔ اس شکل سے صاف طور پر ظاہر ہے کہ کس طرح شکلی جزوِ ضربی پھیلاؤں کی تعداد کے ساتھ بدلتی ہے۔ (۱۳۵)

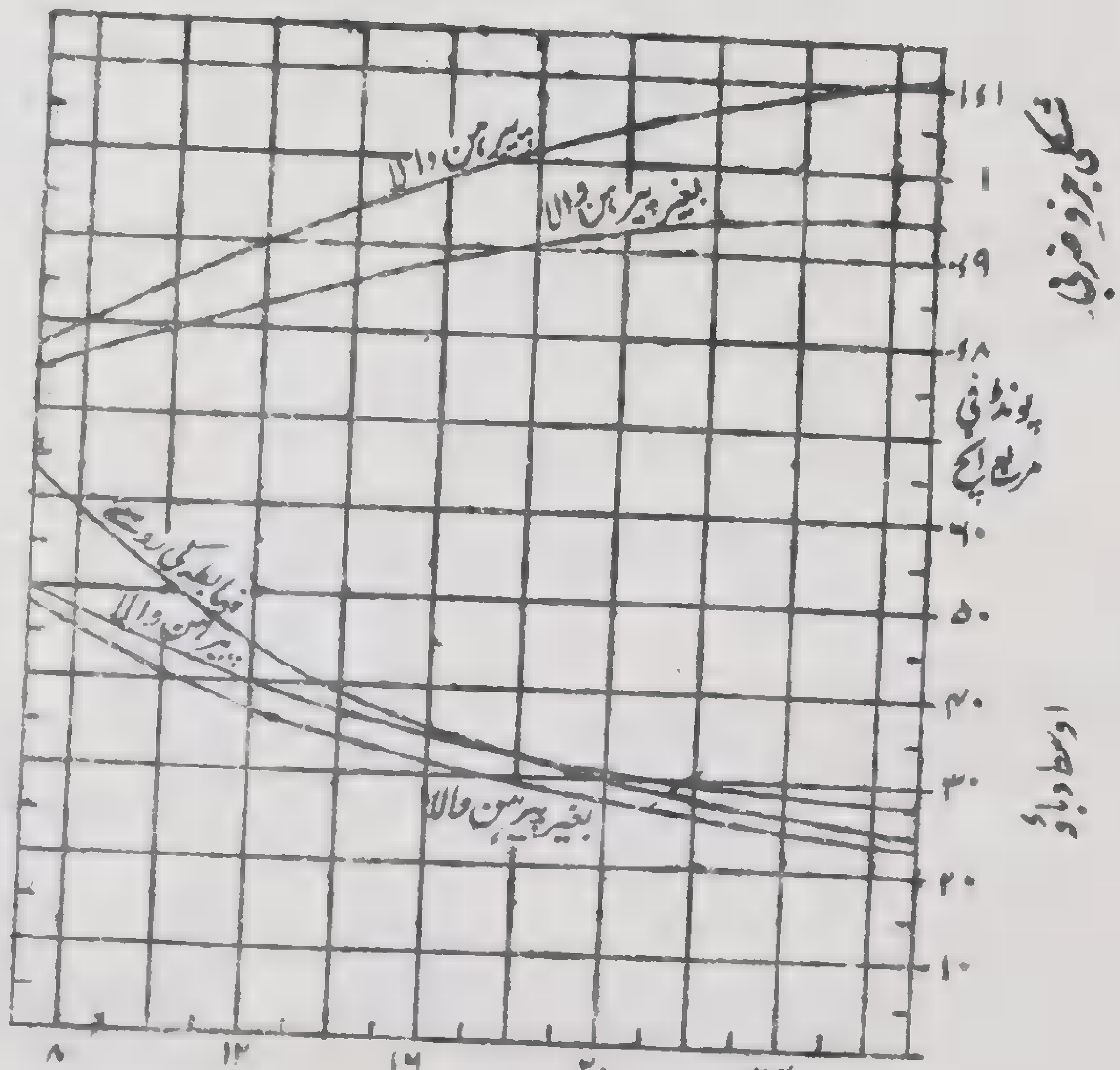
عملاً جو نتائج حاصل ہوتے ہیں ان سے معلوم ہوتا ہے کہ ی کی ظنی قیمتیں مختلف انجنوں کے لیے حسب ذیل ہیں۔

مرکب بحری انجن کے لیے تقریباً ۰٫۶، تہیرے پھیلاؤ کے بحری انجن کے لیے ۰٫۶۳۵، بغیر پیرہن کے کارلس کے افقی انجن کے لیے ۰٫۷۶ سے ۰٫۸۹ تک، اور حرّاک کے لیے کوئی قیمت مقرر کرنا مشکل ہے لیکن فشارہ کی تیز رفتار کے لیے ۶۰۰ سے ۸۰۰ فٹ فی منٹ تک کی تقریباً ۰٫۶۳ ہے اور سست رفتار کے لیے تقریباً ۱۰۰ فٹ فی منٹ ۰٫۸ ہے۔

ایک دیے ہوئے انجن کے لیے تمام صورتوں میں رفتار جتنی کم ہوگی اتنی ہی شکلی جزوِ ضربی کی قیمت زیادہ ہوگی۔ بلا شبہ یہ تارکشی کی کمی اور ابتدائی تکثیف کے لیے

۱۔ انسٹی ٹیوٹ آف میکانیکل انجینیرز کی روداد ۱۹۰۵ء صفحہ ۵۳۵۔
۲۔ ملاحظہ ہو سی۔ ایچ۔ انّس۔ ایم۔ اے کا مضمون پراکٹیکل انجینیر، ۱۷ جون سنہ ۱۸۹۲ء

زیادہ وقفہ کے سبب ہے۔ چونکہ پھیلاؤ کے دوران میں بعد کی باز تبخیر سے اوسط دباؤ



شکل ۶۶- شکلی جزو ضربی

ادنیٰ رفتاروں پر بڑھ جاتا ہے، اور ادنیٰ پچک دباؤ کے سبب بھی۔

۷۹- صرفِ بھاپ - ویلنس کا کلیہ —— نظری لحاظ سے
یہ تبلایا جاسکتا ہے کہ اگر پھیلاؤ کی نسبت مستقل رکھی جائے یعنے انجن پر تحکم خناق سے (۱۳۶
ہو تو صرفِ بھاپ مظہرہ اسپی طاقت کا خطی تفاعل ہوگا۔

فرض کرو و = صرفِ بھاپ پونڈ فی گھنٹہ میں اور ط مظہرہ اسپی طاقت
تب مثل سابق ترقیم استعمال کرنے سے

$$د_س = د_۱ \left(\frac{۱ + لوک_ی ب}{ب}\right) - د_ع$$

چونکہ ب مستقل رہتا ہے اس لیے اس کو حسب ذیل لکھ سکتے ہیں

$$\text{د}_{\text{ی}} = \text{م}\,\text{د}_{1} - \text{د}_{\text{ع}}$$

$$\text{ط} = \frac{(\text{م}\,\text{د}_{1} - \text{د}_{\text{ع}})\,\text{ل س ن}}{۳۳۰۰۰}$$

$$\therefore \quad \text{د}_{1} = \frac{1}{\text{م}}\left(\frac{۳۳۰۰۰\,\text{ط}}{\text{ل س ن}} + \text{د}_{\text{ع}}\right) \quad \cdots\cdots\cdots (۱)$$

فرض کرو و_1 ایک مکعب فٹ بھاپ کا وزن مطلق دباؤ د_1 کے تحت ہے

$$\text{تب}\quad \text{و} = \frac{۶۰\,\text{س ل ن}}{۱۴۴\,\text{ب}}\,.\,\text{و}_{1} \quad \cdots\cdots\cdots (۲)$$

اگر د_1 اور و_1 کی ترسیم مربع دار کاغذ پر بھاپ جداول استعمال کرکے (صفحہ ۸۵۶) کی جائے تو یہ تقریباً معلوم ہوگا کہ

$$\text{و}_{1} = \text{عہ} + \text{بہ}\,\text{د}_{1}$$

جہاں عہ اور بہ مستقل ہیں

و_1 کے لیے (۲) میں مندرج کرنے سے

$$\text{و} = \frac{۶۰\,\text{س ل ن}}{۱۴۴\,\text{ب}}\,(\text{عہ} + \text{بہ}\,\text{د}_{1}) \quad \cdots\cdots\cdots (۳)$$

(۱) کو (۳) میں رکھنے سے

$$\text{و} = \frac{۶۰\,\text{س ل ن}}{۱۴۴\,\text{ب}}\left\{\text{عہ} + \frac{\text{بہ}}{\text{م}}\left(\frac{۳۳۰۰۰\,\text{ط}}{\text{ل س ن}} + \text{د}_{\text{ع}}\right)\right\}$$

$$= \frac{۶۰\,\text{س ل ن}}{۱۴۴\,\text{ب}}\left(\text{عہ} + \frac{\text{بہ}}{\text{م}}\,.\,\text{د}_{\text{ع}}\right) + \frac{۶۰\,\text{س ل ن}}{۱۴۴\,\text{ب}}\,.\,\frac{۳۳۰۰۰}{\text{م ل س ن}}\,.\,\text{ط}$$

$$\text{یا}\quad \text{و} = \text{ا} + \text{ا}'\,\text{ط} \quad \cdots\cdots\cdots (۴)$$

جہاں ا اور ا' مستقل ہیں اور

$$\text{ا} = \frac{۶۰\,\text{س ل ن}}{۱۴۴\,\text{ب}}\left(\text{عہ} + \frac{\text{بہ}}{\text{م}}\,.\,\text{د}_{\text{ع}}\right) \quad \text{اور}$$

$$\text{اَ} = \frac{\text{۶۰ م ل ن}}{\text{۱۴۴ ب}} \cdot \frac{\text{۳۳۰۰۰}}{\text{م ل م ن}}$$

یہ مساوات و = ا + اَ ط ویلنس کا کلیہ خطِ مستقیم کہلاتا ہے اور پھیلاؤ کی مستقل نسبت کے ساتھ کام کرنے والے حقیقی انجنوں کے لیے درست ہے۔ جو شکل ۶۴ میں دیے ہوئے منحنیوں سے اور مسٹر ویلنس کے مضامین سے ظاہر ہے جن کا ذکر پہلے ہی کر دیا گیا ہے۔

امثلہ نمبری (۵)

(۱) ذیل کی صورتوں میں فی مکعب فٹ بھاپ کا کیا ہوا کام معلوم کرو۔

(ا) جب کہ کوئی فراغ اور چھپکاؤ نہ ہو۔

(ب) جبکہ بغیر چھپکاؤ کے فراغ ۰ء۵ مکعب فٹ ہو۔

(ج) جبکہ فراغ ۰ء۵ مکعب فٹ اور چھپکاؤ کا دباؤ ۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہو۔

(ڈ) جبکہ فراغ ۰ء۵ مکعب فٹ ہو اور چھپکاؤ بھاپ کے ابتدائی دباؤ کے (۱۳۰)
مساوی ہو۔

ہر صورت میں بھاپ کا ابتدائی دباؤ ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق، کاٹ $\frac{1}{4}$ ضرب پر، پھیلاؤ ہذلولی، اور عقبی دباؤ ۲۵ پونڈ فی مربع انچ لیا جائے۔

(۲) ذیل کے امور ایک مظہار شکل سے حاصل کیے گئے جو ایک مرکب بھاپ انجن کے شدید دباؤ والے استوانہ سے لیا گیا اور انجن پر کارلس کی کواڑیاں لگی ہوئی تھیں۔ کاٹ $\frac{1}{4}$ ضرب، اور چھپکاؤ منحنی کے ایک نقطہ پر دباؤ ۵۰ پونڈ مطلق تھا اور مظہرہ حجم ۴ مکعب فٹ۔

کاٹ کے ذرا بعد پھیلاؤ منحنی کے ایک نقطہ پر دباؤ = ۱۵۵ پونڈ مطلق اور مظہرہ حجم = ۲ء۷ مکعب فٹ۔

$\frac{1}{2}$ ضرب پر پھیلاؤ منحنی پر دباؤ = ۱۱۲ پونڈ مطلق

رہائی پر دباؤ = ۶۲ پونڈ مطلق اور مظہرہ حجم = ۱۷ء۵ مکعب فٹ۔ استوانہ کا قطر

۲۸ انچ ہے اور ضرب ۴ فٹ، فراغ کا حجم ضرب کے حجم کا ، فیصد، کامی ضرب فی منٹ ۱۵۰ اور استوانہ کا بھرن ۲٫۵۸ پونڈ فی ضرب۔ خشکی کی کسر اور مفقود مقدار پونڈ فی گھنٹہ میں معلوم کرو (ا) کاٹ پر۔ (ب) $\frac{1}{2}$ ضرب پر۔ (ج) رہائی پر جبکہ دیا گیا ہے کہ

د	۱۵۵	۱۱۲	۶۲	۵۰
حم	۲٫۹۲	۳٫۹۸	۶٫۹۵	۸٫۵۱

(۳) خشک بھاپ ایک انجن کے استوانہ میں ۶۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ کے تحت داخل کی جاتی ہے اور تکثیف داخلہ کے دوران میں کل بھاپ کی رسد کی ۲۰ فیصد ہے۔ حرارت جو داخلہ کے دوران میں استوانہ کی دیواروں کے ذریعہ جذب کی گئی تھی اس کا $\frac{1}{4}$ حصہ پھیلاؤ کے دوران میں جوں جوں تپش گھٹتی رہتی ہے یکساں شرح کے ساتھ بھاپ کو واپس دیا جاتا ہے۔ اگر پھیلاؤ مکمل ہو اور عقبی دباؤ ۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہو تو پھیلاؤ کے ختم پر خشکی کی کسر معلوم کرو۔ اخراجی بھاپ کو وصف میں یک ذات تصور کر کے اخراجی ضرب کے ختم پر خشکی کی کسر دریافت کرو۔ تمام حرارتی نقصانات اور فراغ کو نظر انداز کرو اور پانی کی حرارتِ نوعی کو مستقل اور اکائی کے مساوی فرض کرو۔ صفحہ (۸۵۶) پر دیے ہوئے بھاپ جداول استعمال کیے جائیں۔

(۴) ایک بھاپ انجن کا استوانہ $\frac{1}{8}$ ۳۳ انچ قطر میں ہے اور فشارہ کا ضرب ۳ فٹ ۳ انچ۔ انجن ۱۰۰ گردشیں فی منٹ پر ۶۰۰ م۔ ا۔ ط پیدا کرتا ہے۔ شکلی جزو ضرب ۰٫۸۲ فرض کریں تو پھیلاؤ کی نسبت کیا ہوگی اگر بھاپ کا ابتدائی دباؤ ۱۵۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہو اور عقبی دباؤ ۲ پونڈ فی مربع انچ مطلق۔

(۱۳۸)

چھٹا باب

مرکب پھیلاؤ

۸۰۔ مرکب پھیلاؤ کے فوائد — جو شارہ کے اعلیٰ دباؤں سے جو حالیہ عمل میں استعمال کیے جاتے ہیں کفایتی نتائج حاصل کرنے کے لیے یہ ضروری ہے کہ کئی پھیلاؤں کے ساتھ کام کیا جائے (دفعہ ۶۵)۔ اس غرض کے لیے مفرد استوانہ کے استعمال میں کئی نقائص ہوتے ہیں۔ اولاً بہت زود القطع کٹاؤ کی ضرورت ہوتی ہے اور رہائی پر دباؤ خفیف رکھنے کے لیے استوانہ کا حجم بہت بڑا چاہیے تاکہ اس خفیف دباؤ پر کی بھاپ اس میں سما سکے۔ بھاپ کی تپش کی وسعت، اور ابتدائی تکثیف کی وجہ کا نقصان یہ دونوں بہت زیادہ ہونگے (دفعہ ۷۵) اور چونکہ فشارہ پر اوسط اثری دباؤ بھاپ کے ابتدائی دباؤ کا ایک چھوٹا جزو ہوگا اس لیے فشارہ کے قطر کو بہت بڑا بنانا ہوگا تاکہ مطلوبہ طاقت پیدا ہو سکے اور سوائے اس کے انجن کے کامی حصے بہت مضبوط ہونے چاہییں تاکہ ابتدائی شدید دباؤ کے مقابلہ میں ٹھہر سکے۔ مجموعی اثر یہ ہوگا کہ انجن کا وزن اور جسامت (اور اس لیے قیمت) بہت بڑھ جائینگے۔ اس لیے دو وجوہات سے وہ غیر کفایتی ہوگا یعنے بہت زیادہ ابتدائی تکثیف کی وجہ صرفِ بھاپ زیادہ ہوگا، رگڑ کی بڑی مزاحمت کی وجہ جو وزنی حصوں کے سبب ناگزیر ہے، حیلی استعداد مقابلۃً

بہت کم ہو جائیگی۔ مندرجہ بالا نقائص کے سوائے کرینک دھرے پر گھماؤ کے معیار کا تغیر بہت زیادہ ہوگا اور رفتار میں دوری تغیر کو گھٹانے کے لیے بہت وزنی اُڑ پہیہ کی ضرورت لاحق ہوگی (دفعہ ۲۴۳) جس کی وجہ انجن کے وزن اور صدر مسندوں پر رگڑ کی مزاحمت میں اضافہ ہوگا اور حیلی استعداد میں مزید کمی ہوگی۔

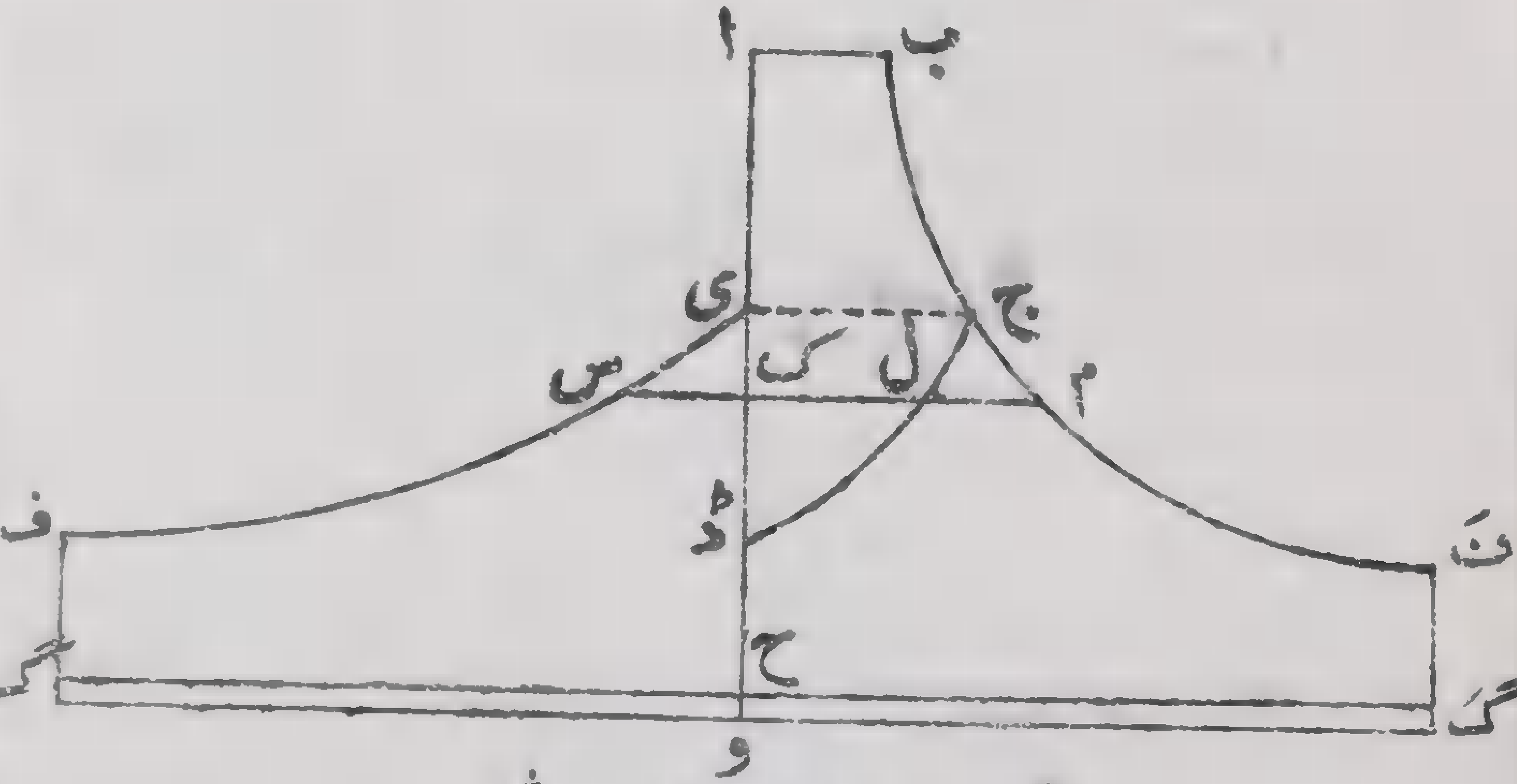
مرکب یا ضعفی پھیلاؤ سے جس میں پھیلاؤ متواتر دو یا زیادہ استوانوں میں عمل میں آتا ہے، ابتدائی تکثیف اور اس لیے صرف بھاپ گھٹ جاتا ہے اور اس کے سوائے مختلف فشاروں پر زور کی وسعت بھی گھٹ جائیگی اور کرینک دھرے پر زیادہ یکساں گھماؤ کا معیار حاصل ہوگا۔

مرکب انجن میں پھیلاؤ دو منزلوں میں عمل میں آتا ہے۔ شدید دباؤ والی بھاپ شدید دباؤ والے استوانہ میں داخل کی جاتی ہے اور کاٹ کے بعد ایک مقرر کردہ نسبت تک پھیلتی ہے اور تب شدید دباؤ والے استوانہ سے خفیف دباؤ والے استوانہ میں جس کا حجم زیادہ ہوتا ہے خارج کی جاتی ہے جس میں پھیلاؤ کی تکمیل ہوتی ہے۔ تہرے پھیلاؤ کے انجن میں پھیلاؤ تین منزلوں میں عمل میں آتا ہے جو متواتر استوانے علی الترتیب یہ کہلاتے ہیں۔ شدید دباؤ، درمیانی دباؤ اور خفیف دباؤ والے استوانے اور چوہرے پھیلاؤ کے انجنوں میں (جو جوشارہ کے شدید ترین دباؤں کے ساتھ استعمال ہوتے ہیں) عموماً چار استوانے
(۱۳۹) استعمال ہوتے ہیں۔ شدید دباؤ والا، خفیف دباؤ والا اور دو درمیانی استوانے۔ تمام صورتوں میں استوانہ کے دیواروں کی وسعت تپش گھٹ جائیگی اور صرف خفیف دباؤ والے استوانہ کا تعلق ہمیشہ مکثفہ کی ادنیٰ تپش سے رہیگا۔

اس وضع سے ضعفی پھیلاؤ استعمال کرنے سے ابتدائی تکثیف دو وجہ سے کم ہو جائیگی۔ ہر استوانہ میں وسعت تپش ایک عملی قیمت تک گھٹ جانے سے اور نیز اخراج کے دوران میں باز تبخیر سے، متواتر استوانوں میں بھاپ داخل ہوتے وقت اس سے خشک تر ہوگی جتنی بصورت دگر ہوتی۔

مزید براں کرینک زاویوں کی موزوں ترتیب سے ہر استوانہ میں دباؤ کی کم وسعت کے ساتھ کرینک دھرے پر زیادہ یکساں گھماؤ کا معیار حاصل ہوتا ہے (ملاحظہ ہو دفعہ ۲۳۸)۔

۸۱- بغیر درمیانی قابلہ کے مرکب انجن — اس طرز کے انجن میں بھاپ کا اخراج شدید دباؤ والے استوانہ سے راست خفیف دباؤ والے انجن میں عمل میں آتا ہے۔ پورے ضرب میں دونوں استوانوں کے درمیان تعلق رہتا ہے اور خفیف دباؤ والے استوانہ میں بغیر علیحدہ کاٹ کے مسلسل پھیلاؤ رہتا ہے۔ اس



شکل ۶۷- بغیر قابلہ کے مرکب شکل

طرز میں کرینک °۰ یا °۱۸۰ فاصلے پر ہوتے ہیں۔ اول الذکر صورت میں شدید دباؤ اور خفیف دباؤ والے فشاروں کے لیے ایک ہی مشترک فشارہ سلاخ ہوتی ہے اور اس لیے دونوں ایک ہی ساتھ حرکت کرتے ہیں۔ اس طرز کا انجن ٹینڈم مرکب کہلاتا ہے۔ جبکہ کرینک °۱۸۰ فاصلہ پر ہوں تو استوانے ایک دوسرے کے بازو ترتیب دیے جاتے ہیں۔ ہر ایک کا فشارہ علیحدہ اپنے کرینک کو چلاتا ہے۔ انتصابی انجن کی صورت میں جبکہ شدید دباؤ کا فشارہ نیچے کی طرف حرکت کرے تو خفیف دباؤ کا فشارہ اوپر کی طرف حرکت کرتا ہے وبالعکس اور بھاپ شدید دباؤ کے فشارہ کے نیچے سے خفیف دباؤ کے فشارہ کے نیچے کی جانب خارج ہوتی ہے، جہاں پھیلاؤ کی تکمیل ہوتی ہے۔ شدید دباؤ کے دوسرے ضرب میں (اوپر کی طرف

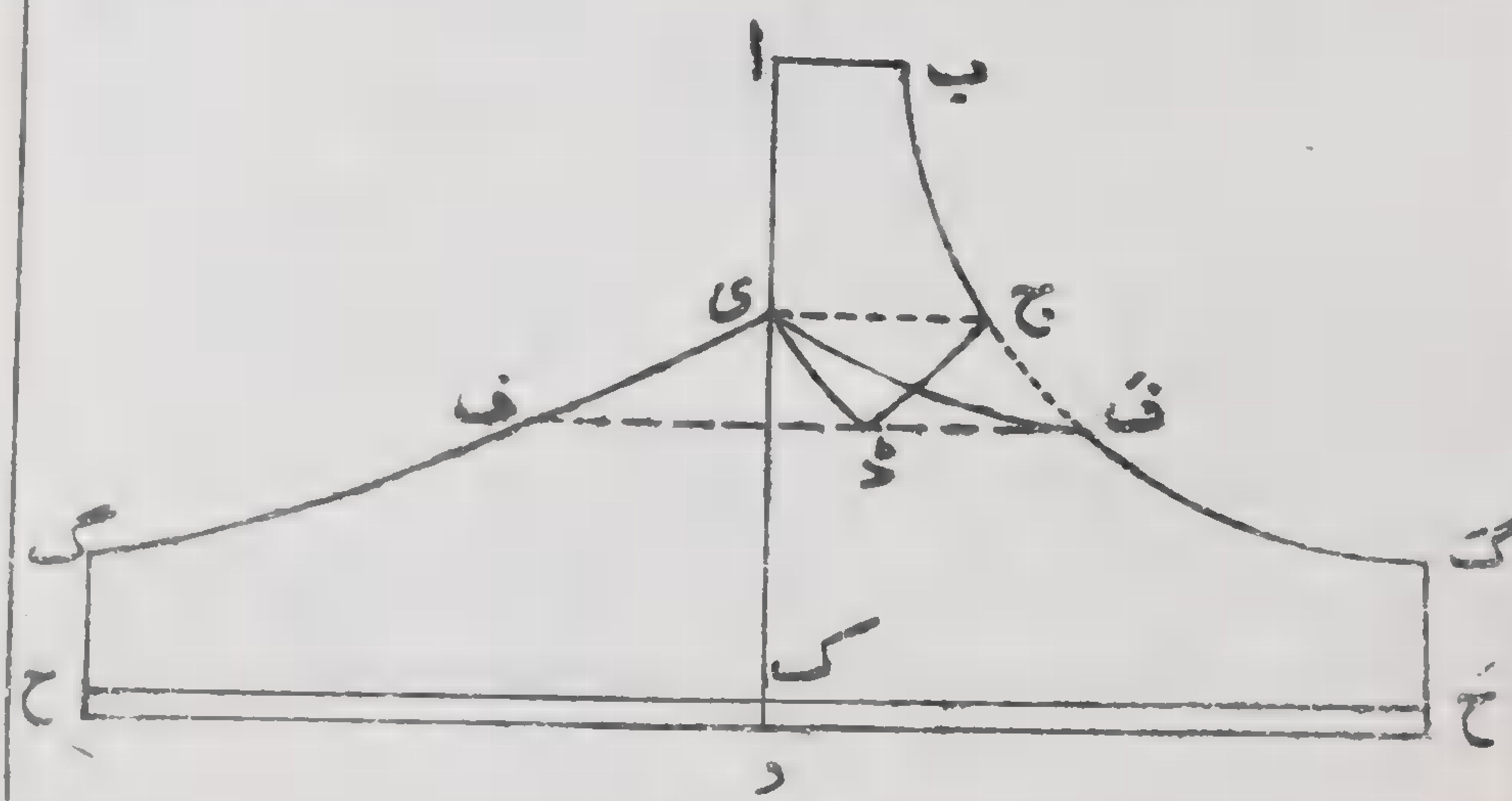
بھاپ شدید دباؤ کے فشارہ کے اوپر سے خفیف دباؤ کے فشارہ کے اوپر خارج ہوتی ہے اور اسی طرح عمل جاری رہتا ہے۔

اس طرز کے انجن کا جو عام طور پر اولف کا طرز کہلاتا ہے نظری مظہار شکل شکل ۶۰ میں بتلائی گئی ہے۔ ا ب ج ڈ شدید دباؤ کی شکل کو تعبیر کرتا ہے جس میں
(۱۴۰) د۱ داخلہ کا مطلق دباؤ ہے۔ ب پر کاٹ عمل میں آتا ہے۔ بھاپ ج تک پھیلتی ہے اور بعد میں اخراج ج ڈ شدید دباؤ کے استوانہ سے راست خفیف دباؤ کے استوانہ میں جہاں پھیلاؤ کی تکمیل ہوگی۔ خفیف دباؤ کے استوانہ کی شکل ی ف گ ح سے تعبیر ہوتی ہے جس میں پھیلاؤ ی ف مطلوبہ رہائی کے دباؤ ف تک جاری رہتا ہے جس کے بعد اخراج گ ح عمل میں آئیگا۔ رہائی کا دباؤ شدید دباؤ والے استوانہ میں یعنے ج پر کا دباؤ وہی ہوگا جو خفیف دباؤ والے استوانہ میں کا ابتدائی دباؤ (ی پر کا) ہے اور اخراجی ضرب کے ختم پر شدید دباؤ والے استوانہ میں کا دباؤ وہی ہونا چاہیے جو خفیف دباؤ والے استوانہ میں رہائی پر ہے یعنے ڈ اور ف پر کے دباؤ مساوی ہیں۔ ی اور ڈ کے درمیان کئی افقی خطوط مثل س م کے کھینچ جاکر اور ل م کو س ک کے مساوی بنا کر دونوں شکلیں ملائی جاسکتی ہیں۔ مجموعی شکل ا ب ف گ ح معادل نظری مظہار شکل کو تعبیر کرتی ہے جو خفیف دباؤ والے استوانہ کی جسامت کے مساوی مفرد استوانہ میں پھیلاؤ عمل میں لانے سے حاصل ہوسکیگی۔ اور اس کا رقبہ شدید دباؤ اور خفیف دباؤ کی شکلوں کے مجموعی رقبہ کے مساوی ہے۔
اوسط اثری دباؤ جو مجموعی شکل ا ب ف گ ح سے حاصل ہوتا ہے وہ خفیف دباؤ کے استوانہ کے حوالہ سے اوسط اثری دباؤ کہلاتا ہے اور دکھائی ہوئی نظری شکل میں مساوی ہے

$$\frac{د_{۱}}{ب}\left(۱ + لوگ_{و}\, ب\right) - د_{ع}$$

جہاں د۱ ابتدائی مطلق دباؤ دا ہے، دع مطلق عقبی دباؤ وح، اور ب پھیلاؤ کی نسبت $\frac{ح گَ}{ا ب}$ یا $\frac{ح گ}{ا ب}$۔

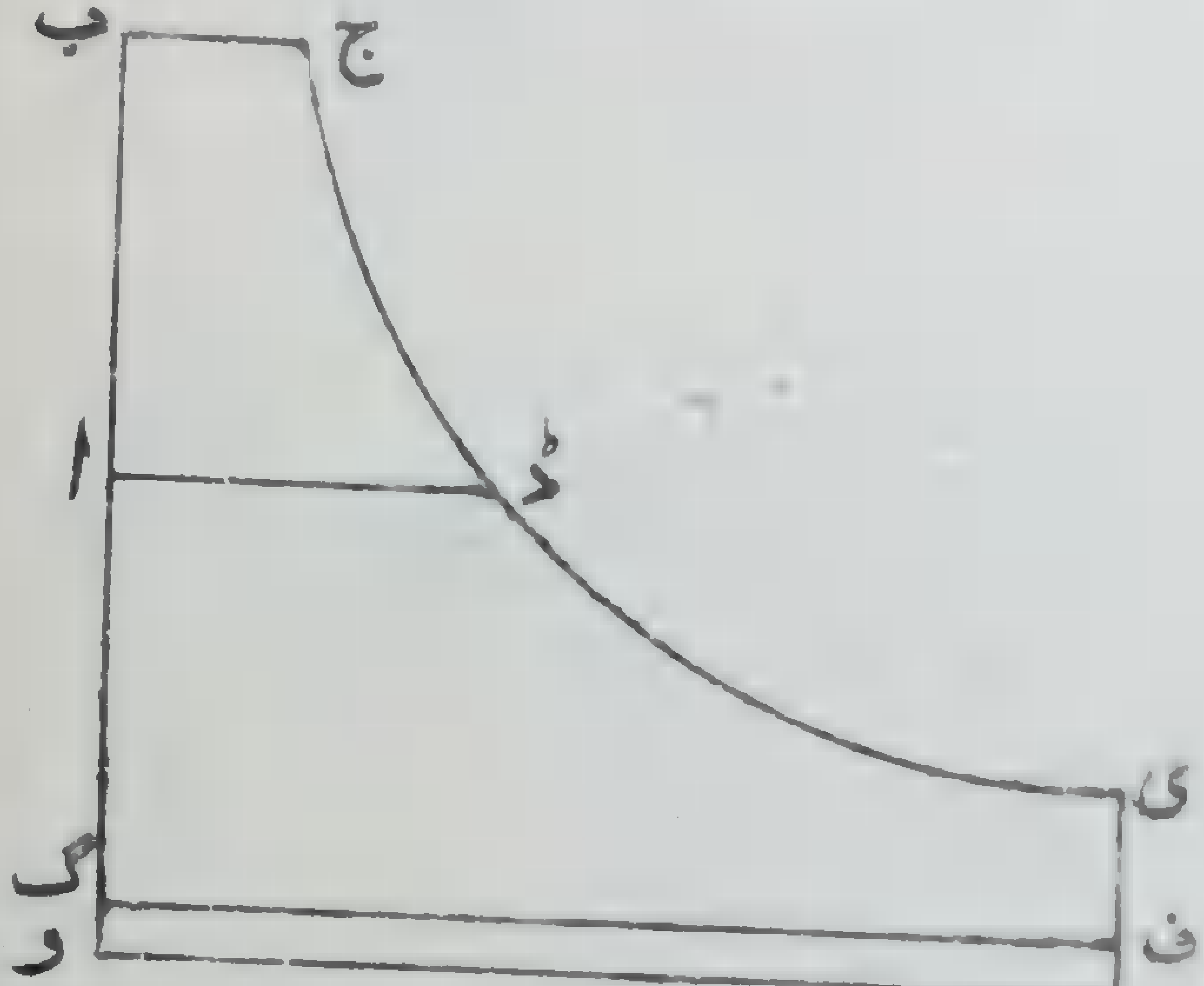
۸۲ - درمیانی قابلہ کے ساتھ مرکب انجن — اس طرز کے انجن میں عموماً ایک قابلہ شدید دباؤ اور خفیف دباؤ کے استوانوں کے درمیان لگایا جاتا ہے۔ بہت سی صورتوں میں علحدہ قابلہ نہیں لگایا جاتا بلکہ دونوں استوانوں کے درمیان کی بھاپ



شکل ۶۸ - قابلہ کے ساتھ مرکب نقشہ

نلی اس کا مقصد پورا کرتی ہے۔ شکل ۶۸ میں قابلہ طرز کے ایک ٹینڈم انجن کی مرکب شکلیں بتلائی گئی ہیں۔ ا ب ج ڈ ی شدید دباؤ کی شکل ہے اور ی ف گ ح ک خفیف دباؤ کی۔ شدید دباؤ کے استوانہ میں پھیلاؤ ب ج کے بعد بھاپ قابلہ (۱۴۱)
میں خارج کی جاتی ہے اور شدید دباؤ کے اخراجی ضرب ج ڈ کے پہلے حصّہ کے دوران میں بھاپ قابلہ سے خفیف دباؤ کے استوانہ میں خط ی ف پر داخل کی جاتی ہے۔ تب خفیف دباؤ کے استوانہ میں بھاپ نقطہ ف پر کاٹ دی جاتی ہے اور اس استوانہ میں شدید دباؤ کے استوانے کے بلالحاظ ف گ کے سمت میں پھیلاؤ جاری رہتا ہے۔ خفیف دباؤ کے استوانہ میں کاٹ واقع ہونے کے بعد قابلہ کی بقیہ بھاپ کو ڈ ی کے سمت پچکا کر شدید دباؤ کے استوانہ میں اخراجی ضرب پورا کیا جاتا ہے یہاں تک کہ ضرب کے اختتام پر قابلہ میں (ی پر) دباؤ، شدید

دباؤ کے استوانہ میں (ج پر) رہائی کے دباؤ کے مساوی ہو جائے۔
خفیف دباؤ کے استوانہ میں ابتدائی دباؤ (و ی) کو شدید دباؤ کے استوانہ میں
کے رہائی کے دباؤ کے مساوی بنانے کے لیے خفیف دباؤ کے استوانہ میں کاٹ ایک
مقررہ نقطہ پر عمل میں آنا چاہیے، یا دوسرے الفاظ میں ڈ کا انتخاب ایسا ہو کہ قابلہ
میں پھیلاؤ کے ختم پر دباؤ ج پر کے دباؤ کے مساوی ہو جائے۔ ایسی صورتوں میں
شدید دباؤ کے استوانہ کی رہائی اور قابلہ کے درمیان دباؤ کا کوئی تنزل نہ ہوگا۔
چونکہ دونوں استوانوں کے درمیان کبھی راست تعلق نہیں رہتا اس لیے
ظاہر ہے کہ کرنک کسی مطلوبہ زاویہ ہیئت پر (عموماً ۹۰°) رکھے جا سکتے ہیں۔ اس کے
سوائے شدید دباؤ کے استوانہ میں وسعت تپش اور اس لیے ابتدائی تکثیف دونوں
اولف طرز کے انجن سے کم ہونگے۔ قابلہ کا حجم جتنا زیادہ ہوگا اتنا ہی شدید دباؤ کے
استوانہ میں عقبی دباؤ کا تغیر کم ہوگا یعنے ج ڈ کی افقی خط مستقیم کے زیادہ قریب
پہنچیگا۔ اس لیے قابلہ کا حجم لامتناہی بڑا فرض کیا جائے تو اس صورت میں



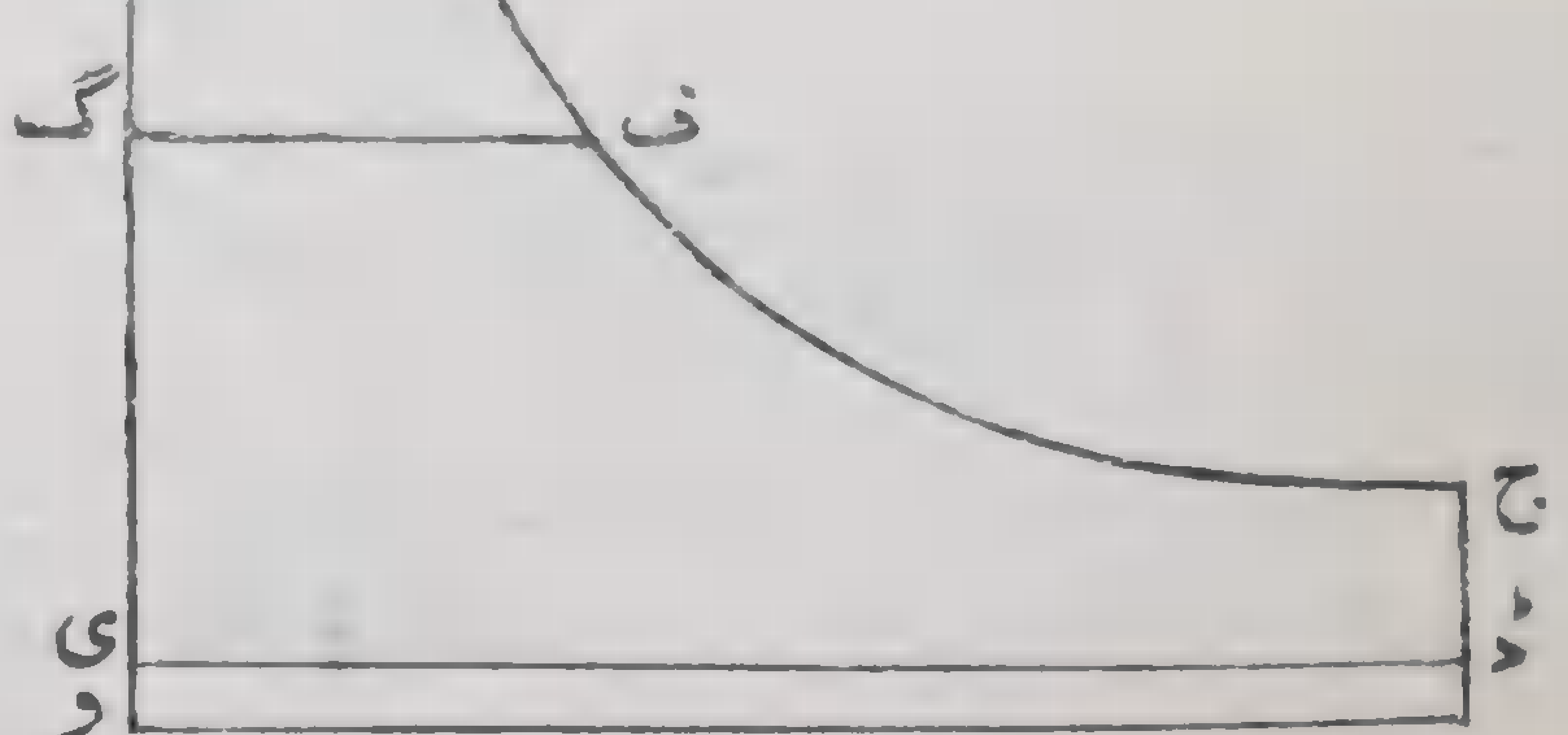
شکل ۶۹۔

شدید دباؤ والے میں کا عقبی دباؤ اور خفیف دباؤ والے استوانہ میں کا داخلہ کا دباؤ

مستقل رہینگے اور مجموعی شکل کی وضع شکل ۶۹ میں تبلائی گئی ہے جس میں
ا ب ج ڈ شدید دباؤ کی شکل ہے اور ا ڈ ی ف گ خفیف دباؤ کی اور
قابلہ کا دباؤ مستقل اور د ا کے مساوی رہیگا۔

(۱۴۲) **۸۴۔ استوانہ کے حجموں کی نسبت** — ایک دی ہوئی
پھیلاؤ کی نسبت کے ساتھ فرض کرو کہ ا ب ج ڈ ی (شکل ۷۰) خفیف دباؤ والے
استوانہ کے حجم کے مساوی ایک استوانہ کے لیے معادل منظہار شکل کو تعبیر کرتا ہے۔
اس کا رقبہ بھاپ کے ایک وزن کے کیے ہوئے کام کو تعبیر کرتا ہے، جو شدید اور
خفیف دباؤ کے استوانوں میں کیے ہوئے کاموں کے مجموعہ کے مساوی ہے۔ اگر
کل کیا ہوا کام دونوں استوانوں کے درمیان مساوی طور پر تقسیم کیا جائے تو شدید
دباؤ کی شکل ا ب ف گ کا رقبہ خفیف دباؤ کی شکل گ ف ج ڈ ی کے
رقبہ کے مساوی بنانا چاہیے۔ اور استوانہ کے حجموں کی نسبت یہ ہوگی

$$\frac{\text{خفیف دباؤ کے استوانہ کا حجم}}{\text{شدید دباؤ کے استوانہ کا حجم}} = \frac{\text{ی ڈ}}{\text{گ ف}}$$



شکل ۷۰

اگر کام کی تقسیم مساوی مطلوب نہ ہو تو ظاہر ہے کہ نسبت کی کئی قیمتیں ہو سکتی ہیں جو خط گ ف کے محل پر منحصر ہوتی ہیں۔

انجن کی تجویز میں سب سے پہلے (دفعہ ۸۸) خفیف دباؤ کے استوانہ کی جسامت معلوم کی جاتی ہے تب موزوں حجمی نسبت، جو تمشابہ انجنوں کے عملی تجربات سے حاصل ہوتی ہے لے کر شدید دباؤ کے استوانہ کی جسامت مقرر کی جائے، اور تب مطلوبہ پھیلاؤ کی نسبت حاصل کرنے کے لیے شدید دباؤ والے استوانہ میں نقطۂ کاٹ مقرر کیا جائے۔

فرض کرو شدید دباؤ والے استوانہ کے ساتھ خفیف دباؤ کے استوانہ کی نسبت ل ہے، ب کُل پھیلاؤ کی مطلوبہ نسبت تب شدید دباؤ کے استوانہ میں پھیلاؤ کی نسبت

$$ب = \frac{ب_{1}}{ل}$$ ہوگی

۴۸۔ شدید دباؤ کے استوانہ میں نقطہ کاٹ کے بدلنے کا اثر تقسیم کار پر۔ کاٹ تحکم (۱۲۲)

خفیف دباؤ کے استوانہ میں کاٹ اور انجن کی رفتار کو مستقل رکھ کر شدید دباؤ کے استوانہ میں نقطۂ کاٹ بدلنے سے انجن کی کُل پیدا کردہ طاقت بدل جاتی ہے۔ شدید دباؤ میں کاٹ دیر سے ہو تو فی ضرب زیادہ بھاپ پہنچیگی اور اوسط اثری دباؤ خفیف دباؤ کے استوانہ کے حوالہ سے بڑھ جائیگا جس کی وجہ زائد طاقت پیدا ہوگی لیکن طاقت کی ترقی مساوی طور پر دونوں استوانوں میں تقسیم نہ ہوگی۔ فراغ کو نظر انداز اور پھیلاؤ کو ہذلولی فرض کرنے سے شدید دباؤ کے استوانہ میں رہائی کا دباؤ (اور اس لیے بغیر تنزل کے قابلہ میں کا دباؤ) $\frac{د}{ب}$ ہوگا جہاں د ابتدائی دباؤ ہے اور ب شدید دباؤ کے استوانہ میں پھیلاؤ کی نسبت۔ اب چونکہ کاٹ دیر میں عمل میں آتا ہے اس لیے ب گھٹتا ہے۔ لہذا شدید دباؤ کے استوانہ میں عقبی دباؤ (جو قابلہ میں کے دباؤ کے مساوی ہوتا ہے) بڑھ جائیگا۔

خفیف دباؤ والے استوانہ میں ابتدائی دباؤ قابلہ میں کے دباؤ کے مساوی ہوتا ہے اور چونکہ اس استوانہ میں پھیلاؤں کی تعداد میں کوئی تغیر نہیں ہوتا اس لیے اوسط اثری دباؤ بہت بڑھ جائیگا، چونکہ اس کا عقبی دباؤ مستقل رہتا ہے اور طاقت کی ترقی کا بڑا حصہ شدید دباؤ کے استوانہ کے بہ نسبت خفیف دباؤ کے استوانہ میں پیدا ہوگا۔

اگر انجن پر تحکم شدید دباؤ کے استوانہ میں نقطہ کاٹ کے بدلنے سے ہوتا ہو تو ہلکے بوجھ کے تحت دوڑتے وقت کاٹ زود النقط ہوگا اور شدید دباؤ کے استوانہ میں پھیلاؤں کی وہ تعداد جو اس طرح حاصل ہوتی ہے وہ اس استوانہ میں کل طاقت کا بڑا حصہ پیدا کرنے کے لیے کافی ہے۔ جبکہ انجن ہلکے بوجھ کے تحت دوڑ رہا ہو تو خفیف دباؤ کے استوانہ میں جو طاقت پیدا ہوگی وہ تقریباً صفر ہوگی۔

۸۵۔ شدید دباؤ کے استوانہ میں بھاپ کو خناق کرنیکا اثر تقسیم کام پر۔ خناقی تحکم

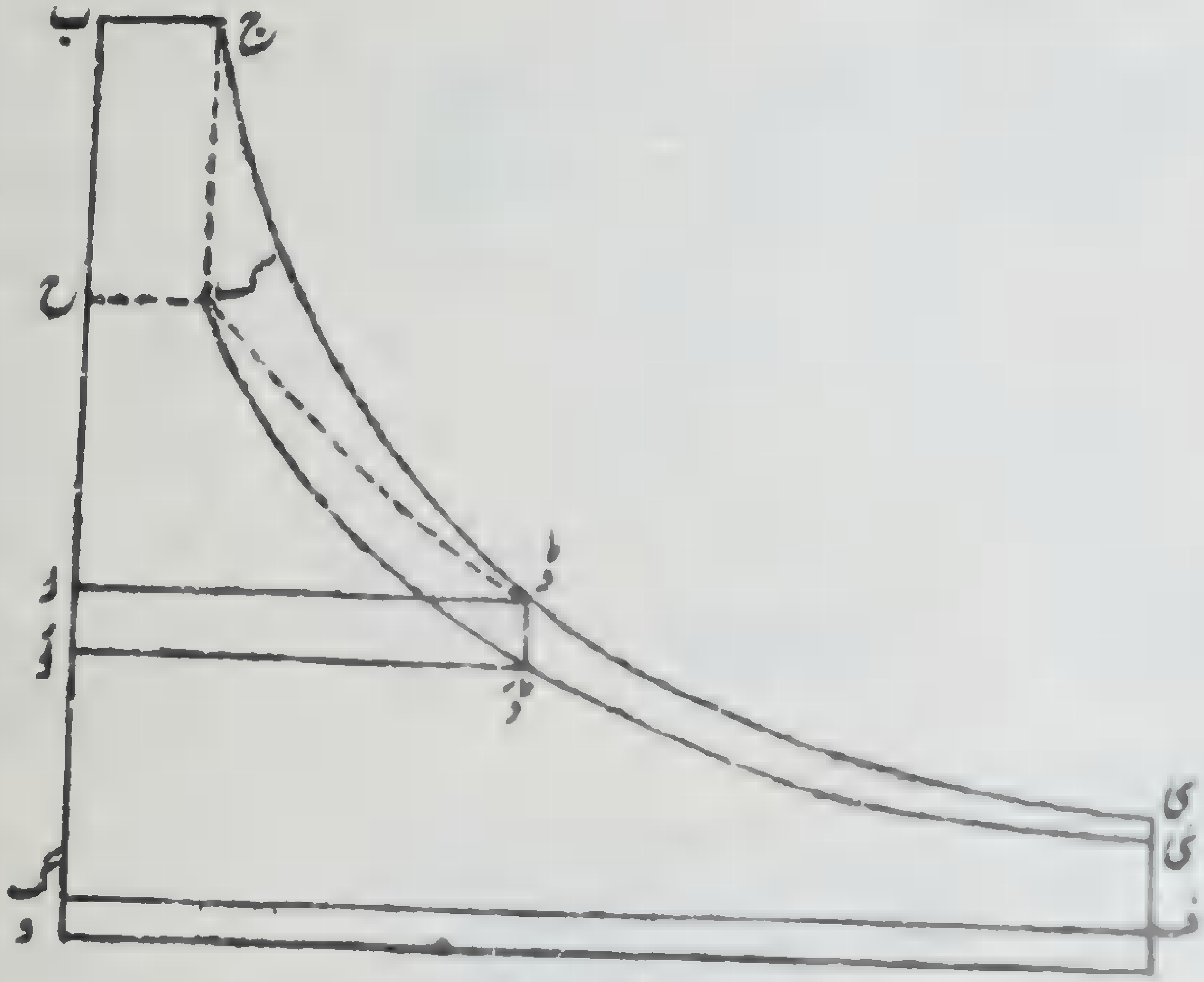
شکل ۱۷ میں دی ہوئی مجموعی مظہار شکل پر غور کرو جس میں اب ج ڈ شدید دباؤ کے استوانہ میں کیے ہوئے کام کو تعبیر کرتا ہے اور اڈی ف گ خفیف دباؤ کے استوانہ میں کے کام کو۔ فرض کرو خفیف شدہ بوجھ کے لیے ہر استوانہ میں کاٹ میں بغیر تغیر کیے بھاپ کا خناق دباؤ وح تک عمل میں لایا گیا۔ تب اح ک ڈ شدید دباؤ کی شکل کو تعبیر کریگا اور ک ڈی ف گ خفیف دباؤ کی شکل کو۔ لیکن شدید دباؤ کے استوانہ میں کیا ہوا کام (رقبہ ح ک ڈ ا) پہلے کے کام سے کم ہوگا لیکن خفیف دباؤ کے استوانہ میں کیے ہوئے کام میں (رقبہ اڈی ف گ) تھوڑا ہی تغیر ہوگا۔

اس لیے اگر انجن کا تحکم خناق سے ہو تو خفیف دباؤ کے استوانہ میں پیدا ہونے والی طاقت عملاً مستقل رہیگی اور اگر ہلکے بوجھ کے تحت دوڑ رہا ہو تو شدید دباؤ کے استوانہ میں پیدا ہونے والی طاقت بہت ہی کم ہوگی۔ بالعکس اس کے جبکہ شدید دباؤ کے استوانہ پر کاٹ تحکم ہو۔

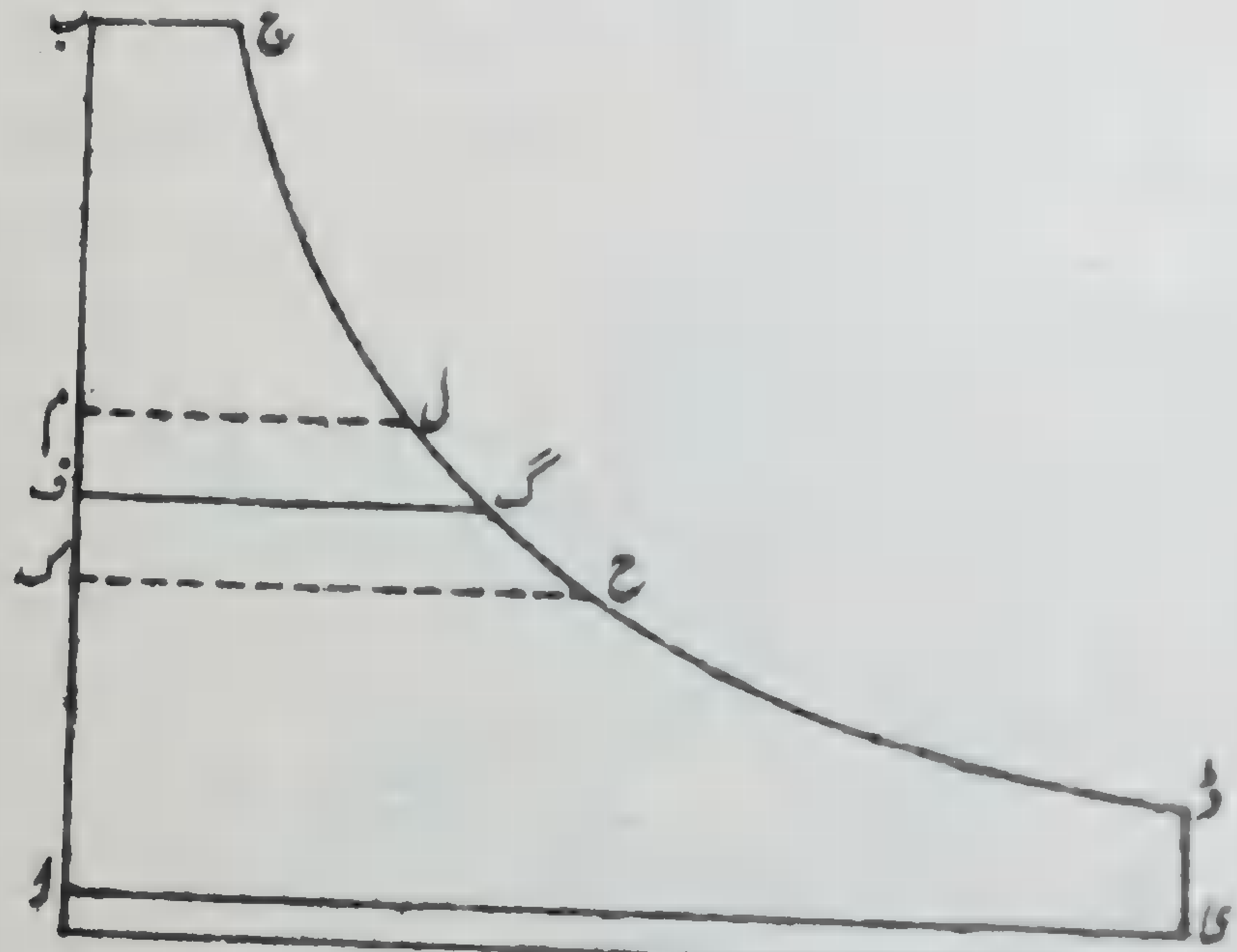
۸۶۔ خفیف دباؤ کے استوانہ میں کاٹ کے بدلنے کا اثر تقسیم کام پر

اگر پھیلاؤں کی کل تعداد وہی رہے یعنے شدید دباؤ کے

(۱۴۴)



شکل ۷۱۔ خناق کا اثر



شکل ۷۲۔ خفیف دباؤ کے استوانہ میں کاٹ کے بدلنے کا اثر

استوانہ میں مستقل کاٹ کے ساتھ کل کیا ہوا کام فی پونڈ بھاپ وہی ہے تو خفیف دباؤ کے استوانہ میں نقطہ کاٹ کے بدلنے سے صرف دونوں استوانوں کے درمیان تقسیم کام میں تبدیلی ہوگی۔ فرض کرد ا ب ج ڈ ی (شکل ۷۲) خفیف دباؤ کے استوانہ کے حوالہ سے نظری مظہار شکل کو تعبیر کرتا ہے۔ خفیف دباؤ کے استوانہ میں کسی خاص کاٹ گ کے لیے رقبہ ا ف گ ڈ ی اس استوانہ میں کیے ہوئے کام کو تعبیر کرتا ہے اور رقبہ ف ب ج گ شدید دباؤ کے استوانہ میں کیے ہوئے کام کو۔ اب اگر خفیف دباؤ کے استوانہ میں کاٹ دیر سے ح پر ہو تو اس استوانہ میں کیے ہوئے کام میں رقبہ ف گ ح ک (۱۳۵) کی تخفیف ہوگی اور شدید دباؤ کے استوانہ میں کیے ہوئے کام میں اتنا ہی اضافہ ہوگا۔ ک ب ج ح شدید دباؤ کا رقبہ ہوگا اور ا ک ح ڈ ی خفیف دباؤ کا۔

بالعکس اگر کاٹ ل پر زود القط ہو تو خفیف دباؤ کے استوانہ میں کیے ہوئے کام میں رقبہ ا م ل ڈ ی کا اضافہ ہوگا لیکن شدید دباؤ کے استوانہ میں کیے ہوئے کام میں رقبہ م ب ج ل کی تخفیف ہوگی۔ خفیف دباؤ کے استوانہ میں کام کی مقدار زیادہ کرنے کے لیے کاٹ زود القط کرنا چاہیے اور بالعکس۔

خفیف دباؤ کے استوانہ میں کاٹ زود القط کرنے سے قابلہ میں اوسط اثری دباؤ بڑھتا ہے اور اس لیے شدید دباؤ کے استوانہ میں عقبی دباؤ بڑھیگا جس کی وجہ شدید دباؤ کے استوانہ میں کم کام، اور خفیف دباؤ کے استوانہ میں زیادہ کام ہوگا۔ اس کے سوائے اگر شدید دباؤ کے استوانہ میں رہائی کے اور قابلہ کے درمیان دباؤ کا تنزّل ہو تو اس میں تخفیف ہو جائیگی اور ایک کاٹ ایسا ہوگا جس پر تنزّل بالکل زائل ہو جائیگا۔ اس لیے یہ صاف ظاہر ہے کہ ایک موزوں استوانہ کے حجموں کی نسبت اور خفیف دباؤ والے استوانہ میں کاٹ کا انتخاب کرنے سے دونوں استوانوں میں بلا تنزّلِ دباؤ کام کی مساوی تقسیم ممکن ہے۔

۷۸۔ شدید دباؤ اور خفیف دباؤ کے فشاروں پر ابتدائی بوجھ ـــــ فشارہ کے دونوں جانبوں پر بھاپ کی کل قوتوں کے

درمیان جو فرق ہوتا ہے وہ فشارہ پر کا ابتدائی دباؤ ہے۔ اس طرح شدید دباؤ کے فشارہ پر ابتدائی بوجھ یہ ہوگا (فشارہ سلاخ کے رقبہ کو نظرانداز کردیں)

شدید دباؤ کے فشارہ کا رقبہ × (ابتدائی بھاپ کا دباؤ - قابلہ میں کا دباؤ)

اور خفیف دباؤ کے فشارہ پر

خفیف دباؤ کے فشارہ کا رقبہ × (قابلہ میں کا دباؤ - عقبی دباؤ)

عموماً ایسا ہوتا ہے کہ اگر دونوں استوانوں کے درمیان کام کی مساوی تقسیم ہو تو ابتدائی بوجھ مساوی نہیں ہوتے اور بالعکس۔ انجن کی تجویز میں ابتدائی دباؤں کا مساوی رکھنا مفید ہوتا ہے، ایسی صورت میں کام کی تقسیم غیر مساوی ہو سکتی ہے جو ذیل کی مثال سے ظاہر ہے۔ استوانوں کے حجموں کی نسبت کا انتخاب ایسا ہونا چاہیے کہ دونوں استوانوں میں کیے ہوئے کام اور فشاروں پر ابتدائی بوجھ تقریباً مساوی ہوں۔

فرض کرو شدید دباؤ کے استوانہ میں بھاپ کا ابتدائی دباؤ ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے۔ عقبی دباؤ چار پونڈ فی مربع انچ مطلق اور استوانوں کے حجموں کی نسبت ۳۔

فرض کرو قابلہ میں کا دباؤ لا پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے تب چونکہ مساوی ضربوں کے لیے خفیف دباؤ کے استوانہ کا رقبہ شدید دباؤ کے استوانے کے رقبے کا ۳ گنا ہے تو مساوی ابتدائی بوجھوں کے لیے

۱۰۰ - لا = ۳ (لا - ۴)

∴ لا = ۲۸ پونڈ فی مربع انچ مطلق

کمل ہذلولی پھیلاؤ فرض کرنے سے شدید دباؤ کے استوانہ میں پھیلاؤ کی نسبت ۱۰۰/۲۸ = ۳٫۵۷ ہوگی۔

اور خفیف دباؤ کے استوانہ میں یہ نسبت ۳ ہوگی جس سے عقبی دباؤ ۲۸/۳ = ۹٫۳۳ پونڈ فی مربع انچ حاصل ہوگا۔ (۱۳۶)

اور پھیلاؤ کی کل نسبت = ۳٫۵۷ × ۳ = ۱۰٫۷۱ حاصل ہوگی۔

شدید دباؤ کے استوانہ میں اوسط اثری دباؤ

۱۰۰/۳٫۵۷ (۱ + لوگ ۳٫۵۷) - ۲۸ ہوگا

= ۲۸ (۱ + ۱٫۲۷) − ۲۸

= ۳۵٫۳۶ پونڈ فی مربع انچ

خفیف دباؤ کے استوانہ میں اوسط اثری دباؤ

$\frac{۲۸}{۳}$ (۱ + لوکو ۳) − ۴ ہوگا

= ۹٫۳۳ (۱ + ۱٫۰۹۷) − ۴

= ۱۵٫۵۹ پونڈ فی مربع انچ

لہٰذا نسبت

$$\frac{\text{شدید دباؤ کے استوانہ میں کیا ہوا کام}}{\text{خفیف دباؤ کے استوانہ میں کیا ہوا کام}} = \frac{۳۵٫۳۶}{۱۵٫۵۹ \times ۳} = \frac{۱}{۱٫۳۲}$$

مثال (۱) دو استوانہ والے ایک مرکب انجن میں شدید دباؤ کے استوانہ میں اخلہ کا دباؤ ۱۰۵ پونڈ مطلق ہے، کاٹ ۰٫۶۶ ضرب ضعیف دباؤ کے استوانہ میں رہائی کا دباؤ ۱۲ پونڈ مطلق اور مکثفہ کا دباؤ ۳ پونڈ مطلق۔ اگر فشاروں پر ابتدائی بوجھ مساوی ہوں اور پھیلاؤ کا منحنی دحم ۱٫۲ مستقل ہو تو استوانوں کی حجمی نسبت، قابلہ میں اوسط اثری دباؤ، خفیف دباؤ کے استوانہ میں نقطہ کاٹ اور دونوں استوانوں میں کیے ہوئے کاموں کی نسبت دریافت کرو۔

(جامعۂ لندن)

فرض کرو ر = پھیلاؤ کی کل نسبت تب پھیلاؤ منحنی کو مسلسل فرض کرنے سے

$۱ \times ۱۰۵ = ۱۲ \times ر^{۱٫۲}$

جس کی رو سے ر = ۶٫۰۹۵

∴ استوانہ نسبت = ۰٫۶۶ × ۶٫۰۹۵ = ۳٫۶۵۷

فرض کرو لا = قابلہ کا اوسط دباؤ پونڈ فی مربع انچ مطلق

مساوی ابتدائی بوجھوں کے لیے

۱۰۵ − لا = ۳٫۶۵۷ (لا − ۳)

لا = ۲۴٫۹ پونڈ مطلق

فرض کرو ن = خفیف دباؤ کے استوانہ میں پھیلاؤ کی نسبت تب

$$ن^{1.2} \times 12 = 1 \times 24.9$$

جس سے ن = ۱٫۸۳۸

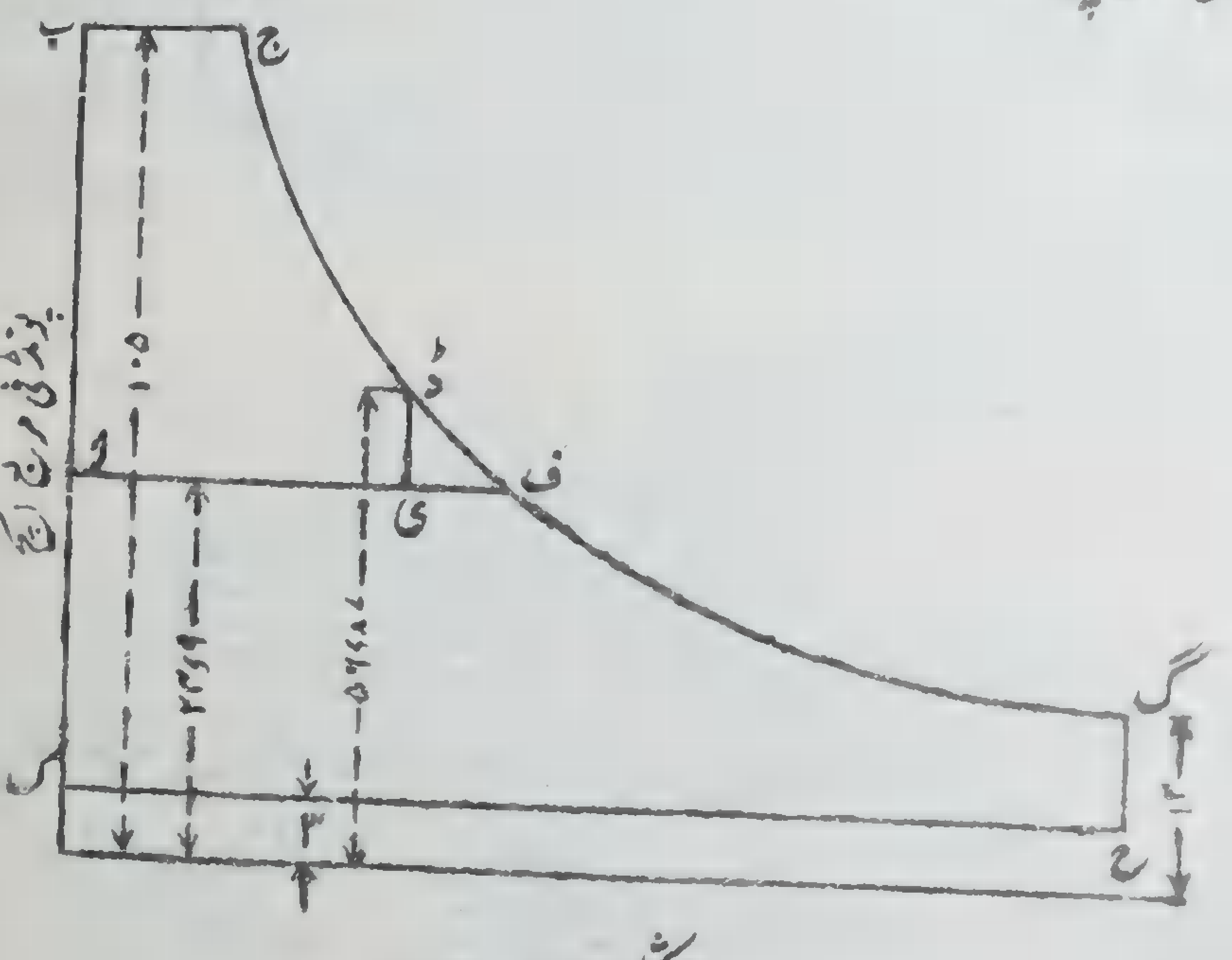
∴ خفیف دباؤ کے استوانہ میں کاٹ $= \frac{1}{1.838} = 0.544$ ضرب

فرض کرو $د_2$ = شدید دباؤ کے استوانہ میں رہائی پر کا دباؤ

$$\left(\frac{1}{0.56}\right)^{1.2} \times د_2 = 1 \times 105$$

جس سے $د_2 = 56.87$ پونڈ فی مربع انچ مطلق

نظری منظہار شکل ۷۳ میں بتلائی گئی ہے جس میں ا ب ج ڈ ی شدید (۱۲۷)
دباؤ کی شکل ہے اور ا ف گ ح ک خفیف دباؤ کی۔ واضح رہے کہ شدید دباؤ کی رہائی اور قابلہ کے اوسط دباؤ کے درمیان تنزل کی مقدار ۵۶٫۸۷ − ۲۴٫۹ = ۳۱٫۹۷ پونڈ فی مربع انچ ہے۔



شکل ۷۳

شدید دباؤ کے استوانوں کے درمیان کام کی تقسیم معلوم کرنے کے لیے

استوانہ میں اوسط اثری دباؤ یہ ہے

$$۲۴٫۹ - \frac{\dfrac{\dfrac{۱}{٫۶۶} \times ۵۶٫۸۷ - ۱ \times ۱۰۵}{۱ - ۱٫۲} + ۱ \times ۱۰۵}{\dfrac{۱}{٫۶۶}}$$

$$= ۲۴٫۹ - \frac{۵۱ + ۱۰۵}{۱٫۶۶}$$

= ۶۸٫۸ پونڈ فی مربع انچ

اوسط اثری دباؤ خفیف دباؤ کے استوانہ میں یہ ہے

$$۳ - \frac{\dfrac{۱٫۸۳۸ \times ۱۲ - ۱ \times ۲۴٫۹}{۱ - ۱٫۲} + ۱ \times ۲۴٫۹}{۱٫۸۳۸}$$

$$= ۳ - \frac{۱۳٫۲ + ۲۴٫۹}{۱٫۸۳۸}$$

= ۱۸٫۲۵ پونڈ فی مربع انچ

لہذا

$$\frac{\text{شدید دباؤ کے استوانہ میں کیا ہوا کام}}{\text{خفیف دباؤ کے استوانہ میں کیا ہوا کام}} = \frac{۶۸٫۸}{۱۸٫۲۵ \times ۳٫۶۵۷}$$

$$= ۱٫۰۳$$

(۱۴۸) اس مثال میں شدید دباؤ کی رہائی اور مقابلہ کے درمیان کے صرف "تنزل" کے ذریعہ کام کی تقریباً مساوی تقسیم اور مساوی ابتدائی بوجھ حاصل ہوتے ہیں۔

۸۸۔ ایک دی ہوئی طاقت پیدا کرنے کے لیے استوانہ کے ابعاد معلوم کرنے کا طریقہ۔— عام طریقہ حسب ذیل ہے۔

پہلے پھیلاؤ کی نسبت کی تجویز کر لیں اور تب ہذلولی پھیلاؤ فرض کر کے خفیف دباؤ کے استوانہ کے حوالے سے اوسط اثری دباؤ محسوب کریں اور موزوں شکلی جزو ضربی رکھا جائے (دفعہ ۷۸)۔ بعدازیں فشارہ کی اوسط رفتار اور خفیف دباؤ کے فشارہ کا رقبہ معلوم کریں۔ اس کے بعد استوانوں کی حجمی نسبت اور شدید دباؤ اور درمیانی دباؤ کے استوانوں کے رقبے دریافت کیے جائیں۔ تب ان سب فشاروں کی ضربیں جو ہمیشہ مساوی ہوتی ہیں فشارہ کی اوسط رفتار اور انجن کی گردشیں فی منٹ کے لحاظ سے تجویز کی جائیں۔ ذیل کی جدول سے مختلف طرز کے انجنوں کے لیے استوانہ کی نسبتوں کی قیمتیں حاصل ہوتی ہیں۔

انجن کی طرز	ابتدائی دباؤ پونڈ فی مربع انچ (مطلق)	پھیلاؤں کی کل تعداد	کاٹ شدید دباؤ کے استوانہ میں	استوانوں کے حجموں کی نسبت شدید دباؤ کا استوانہ = ۱
مرکب انجن۔ ہلکے انجن وزنی انجن	 ۱۰۰ — ۱۳۰ ۹۰ — ۱۰۰	 ۵ — ۷ ۵ — ۸	 ۰.۵۵ — ۰.۶۷ ۰.۵ — ۰.۶۶	 ۱ : ۳.۲ — ۳.۸ ۴ — ۴.۶
تہرا پھیلاؤ	۱۵۰ — ۲۲۰	۹.۵ — ۱۲	۰.۶ — ۰.۶۷	۱ : ۲.۶ : ۶.۸ تا ۱ : ۲.۴ : ۷.۲
چوہرا پھیلاؤ	۱۹۰ — ۲۲۰	۱۰ — ۱۲	۰.۶۵ — ۰.۷۲	۱ : ۲ : ۴ : ۸ تا ۱ : ۲.۳ : ۴.۴ : ۹.۲

مثال (۱) ایک افقی مرکب اور اڑگیرے والے بھاپ انجن کے استوانوں کے قطر معلوم کرو جس کی منظرہ اسپی طاقت ذیل کے حالات کے تحت ۶۰۰ ہے۔ بھاپ خانہ میں کا دباؤ ۱۵۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق، خلا ۲۶ انچ، پھیلاؤں کی تعداد ۱۲، شکلی جزو ضربی ۰.۸۲، فشارہ کی رفتار ۶۵۰ فٹ فی منٹ، شدید دباؤ کے استوانہ میں

کاٹ ½ ضرب ۔ خفیف دباؤ کے استوانہ میں کاٹ بھی معلوم کرو اور دونوں استوانوں میں کیے ہوئے کاموں کا مقابلہ کرو جبکہ ابتدائی بوجھ تقریباً مساوی ہوں

استوانہ کی نسبت یہ ہے

$$ل = \frac{ب_۱}{ب} = \frac{۱۲}{۳} = ۴$$

لہذا اگر $س_۱$ اور $س_۲$ خفیف دباؤ اور شدید دباؤ والے استوانوں کے رقبوں کو علی الترتیب تعبیر کریں (مربع انچ میں)

$\frac{س_۲}{س_۱} = ۴$ ضربوں کو مساوی رکھنے سے

خفیف دباؤ کے استوانہ کے حوالے سے

$$ش = ۰٫۸۲ \left\{ \frac{۱۵۵}{۱۲} \left(۱ + لوگ_و ۱۲ \right) - ۲ \right\}$$

$$= ۰٫۸۲ \left\{ \frac{۱۵۵}{۱۲} \times ۳٫۴۸۴ - ۲ \right\}$$

$= ۰٫۸۲ \times ۴۳ = ۳۵٫۳$ پونڈ فی مربع انچ (۱۴۹)

لہذا

$$\frac{۶۵۰ \times ۳۵٫۳ \times س_۱}{۳۳۰۰۰} = ۶۰۰$$

$$س_۱ = \frac{۳۳۰۰۰ \times ۶۰۰}{۳۵٫۳ \times ۶۵۰}$$

$= ۸۶۱$ مربع انچ

یا $ق_۱ = \sqrt{\frac{۸۶۱}{۰٫۷۸۵۴}} = ۳۳$ انچ

چونکہ $س_۲ = ۴ س_۱$، اس لیے $ق_۲ = ۲ ق_۱$، لہذا شدید دباؤ کے استوانہ کا

قطر ۱۶٫۵ انچ ہے۔

فرض کرو

لا = قالبہ کا اوسط دباؤ پونڈ فی مربع انچ مطلق میں

۱۵۵ ۔ لا = ۴ (لا - ۲)

∴ لا = ۳۲٫۶ پونڈ فی مربع انچ

اگر ن خفیف دباؤ کے اُستوانہ میں پھیلاؤں کی تعداد ہو تو

$$\text{ن} \times \frac{۱۵۵}{۱۲} = ۱ \times ۳۲٫۶$$

$$\text{ن} = ۲٫۵$$

∴ خفیف دباؤ میں کاٹ $\frac{۱}{۲٫۵}$ یا ۰٫۴ ضرب پر ہوگا۔

تب شدید دباؤ کے استوانہ میں اوسط اثری دباؤ یہ ہوگا۔

$$۰٫۸۲ \left\{ \frac{۱۵۵}{۳} \left(۱ + \text{لوک}_{\text{و}}\ ۳\right) - ۳۲٫۶ \right\}$$

$$= ۰٫۸۲ \left\{ \frac{۱۵۵}{۳} \times ۲٫۰۹۸ - ۳۲٫۶ \right\}$$

$$= ۰٫۸۲ \times ۷۵٫۷$$

= ۶۲ پونڈ فی مربع انچ

تب خفیف دباؤ کے استوانہ میں اوسط اثری دباؤ یہ ہوگا

$$۰٫۸۲ \left\{ \frac{۳۲٫۶}{۲٫۵} \left(۱ + \text{لوک}_{\text{و}}\ ۲٫۵\right) - ۴ \right\}$$

$$= ۰٫۸۲ \left\{ \frac{۳۲٫۶}{۲٫۵} \times ۱٫۹۱۵ \right\}$$

$$= ۰٫۸۲ \times ۲۱$$

= ۱۷٫۳ پونڈ فی مربع انچ

لہذا

$$\frac{\text{شدید دباؤ کے استوانہ میں کیا ہوا کام}}{\text{خفیف دباؤ کے استوانہ میں کیا ہوا کام}} = \frac{۶۲}{۱۷٫۳ \times ۴} = \frac{۱}{۱٫۱۱}$$

مثال (۲) ۹۶۰ فٹ فی منٹ فشارہ کی رفتار کے ساتھ ۱۲۰۰۰ اح-ا-ط پیدا کرنے کے لئے ایک چوہیرے پھیلاؤ کے بحری انجن کے استوانوں کے قطر مطلوب ہیں۔ بھاپ خانہ میں پیمانہ سے دباؤ ۲۱۰ پونڈ فی مربع انچ ہے۔ پھیلاؤں کی تعداد ۱۴۔ شدید دباؤ کے ساتھ خفیف دباؤ کی نسبت ۹ اور شکلی جزو ضربی ۰٫۶۵ فرض کرو۔ شدید دباؤ کے استواد میں نقطہ کاٹ بھی معلوم کرو۔

مثال (۱) کے مانند ۲۶ انچ کا خلاء یعنے ۲ پونڈ فی مربع انچ مطلق کا عقبی دباؤ (۱۵۰)
مان کر اوسط اثری دباؤ خفیف دباؤ کے استوانہ کے حوالہ سے یہ ہوگا

$$\text{س} = ۰٫۶۵\left\{\frac{۲۲۵}{۱۴}\left(۱+\text{لوگ}_{\text{و}}\,۱۴\right)-۲\right\}$$

$$= ۰٫۶۵\left\{\frac{۲۲۵}{۱۴}\times ۳٫۶۳۹-۲\right\}$$

$$= ۰٫۶۵\left\{۵۸٫۵-۲\right\}$$

$$= ۰٫۶۵\times ۵۶٫۵$$

$$= ۳۶٫۷\ \text{پونڈ فی مربع انچ}$$

لہذا اگر ر خفیف دباؤ کے استوانہ کا رقبہ ہو تو

$$\text{ر}\times ۳۶٫۷\times ۹۶۰ = ۱۲۰۰۰\times ۳۳۰۰۰$$

$$\text{ر} = \frac{۳۳۰۰۰\times ۱۲۰۰۰}{۹۶۰\times ۳۶٫۷}$$

$$= ۱۱۲۴۰\ \text{مربع انچ}$$

$$\therefore\ \text{ق} = \sqrt{\frac{۱۱۲۴۰}{۰٫۷۸۵۴}} = ۱۱۹٫۶\ \text{انچ}$$

اور شدید دباؤ کے استوانہ کا قطر

$$= \frac{۱۱۹٫۶}{۳} = ۳۹٫۵\ \text{انچ}$$

استوانوں کے حجموں کی نسبت

۱ : ۱ء۲ : ۴ء۴ : ۹ لیکر

پہلے درمیانی استوانہ کا قطر = ۵ء۳۹ × √۲ء۱ = ۵۸ انچ

دوسرے " " " = ۵ء۳۹ √۴ء۴ = ۸۳ انچ

شدید دباؤ کے استوانہ میں کاٹ

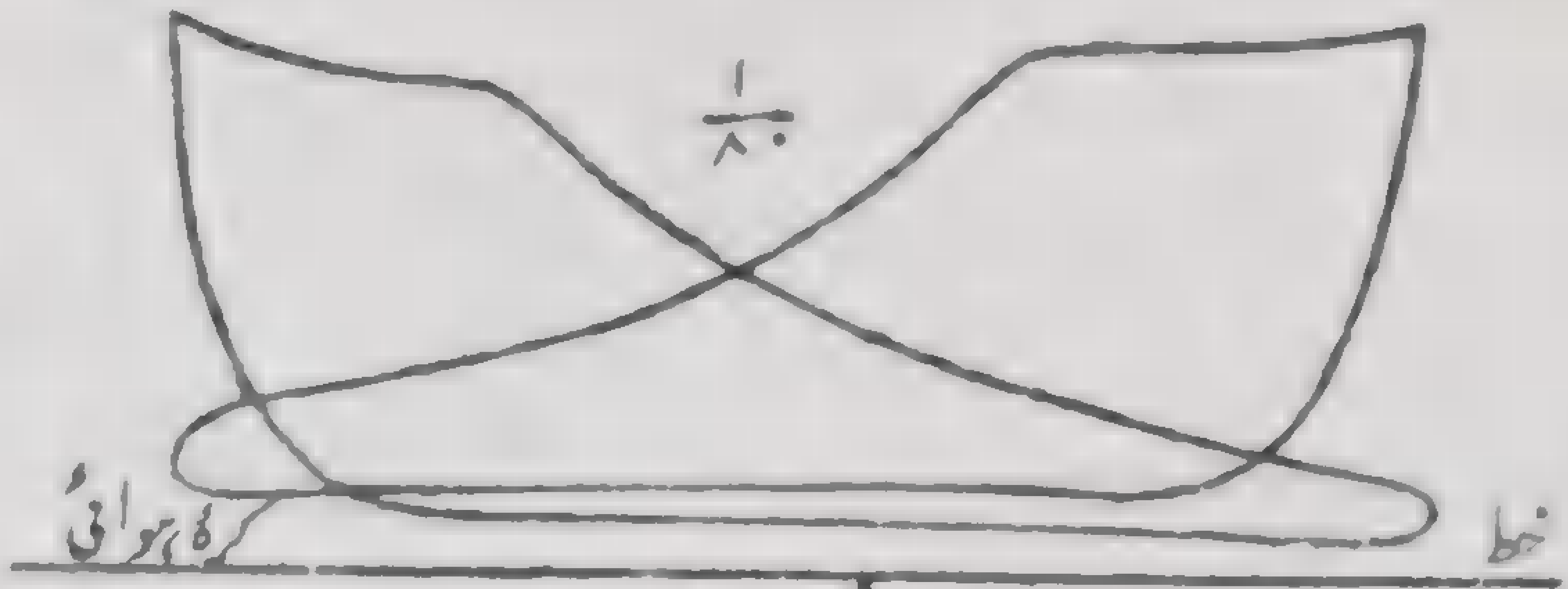
$$\frac{\text{شدید دباؤ کے ساتھ خفیف دباؤ کی نسبت}}{\text{پھیلاؤ کی کل تعداد}} = \frac{9}{14}$$ ضرب پر ہوگا۔

۸۹۔ مرکب انجن کے مظہار شکلوں کا مجموعہ۔

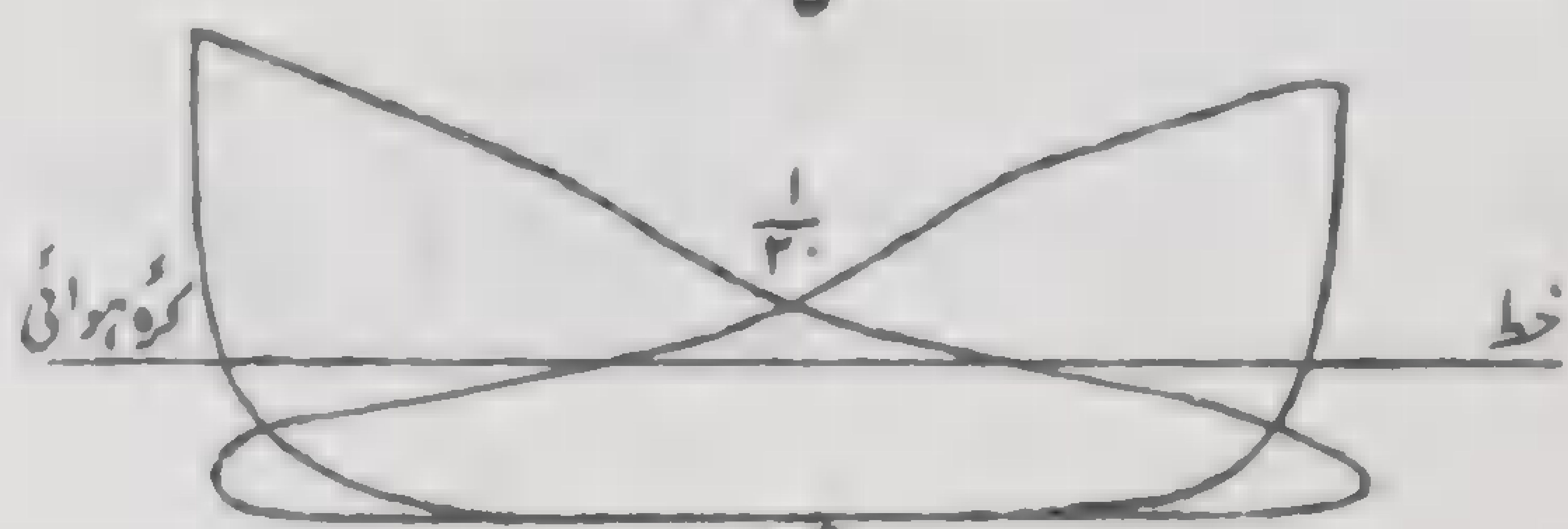
ط والے ایک بڑے افقی مرکب انجن کی مظہار شکلیں، اشکال ۱۴۱۵ اور ۱ ۔ ۱ میں دیے گئے ہیں۔ ان شکلوں کے جمع کرنے کے لیے ایک مظہار شکل اور ۵ ، ۷ میں دیے گئے ہیں۔ ہر استوانہ کے لیے پہلے بنانا چاہیے۔ اوسط شکل جو شکل ۶ ، میں تبلائی گئی ہے۔ شدید دباؤ کے فشارہ کے دونوں جانبوں پر کی اوسط شکل کو تعبیر کرتی ہے۔ اسی طرح شکل ۷ ، خفیف دباؤ کے فشارہ کے دونوں جانبوں پر کی اوسط شکل کو تعبیر کرتی ہے۔ تب سیری کے منحنی س س اور س سَ میں سے ہر ایک شکل پر ایک منحنی اتارا جائے عمل کی صراحت دفعہ ۷۰ ، میں ہو چکی ہے۔

اس کے بعد کوئی موزوں فاصلہ ا ب شکل ۸ ، (۱۰ اَ) لو جو خفیف دباؤ کے فشارہ کے ہٹاؤ کو (یعنے استوانہ کا رقبہ × ضرب) تعبیر کرے اور و ا اسی پیمانہ پر فراغ کے حجم کو۔ تب ایک موزوں دباؤں کے پیمانہ کا انتخاب کرکے خفیف دباؤ کے استوانہ کی اوسط شکل کی اور اس کے ساتھ سیری کے منحنی میں سَ سَ کی پھر ترسیم کرو۔ نقطہ و پر کے معین سے تمام حجموں کی ترسیم کی جائے۔ بعد ازاں حجموں کے دہی پیمانہ پر ج ڈ اتارو جو شدید دباؤ کے استوانہ کے فراغ کے حجم کو تعبیر کرے اور ڈ ی اسی استوانہ کے ضرب کے حجم کو۔ تب شدید دباؤ کے استوانہ کی اوسط شکل کی اور اس کے ساتھ سیری کے منحنی میں س س کی پھر ترسیم کرو جیسے شکل ۸ ، میں بتایا گیا ہے۔

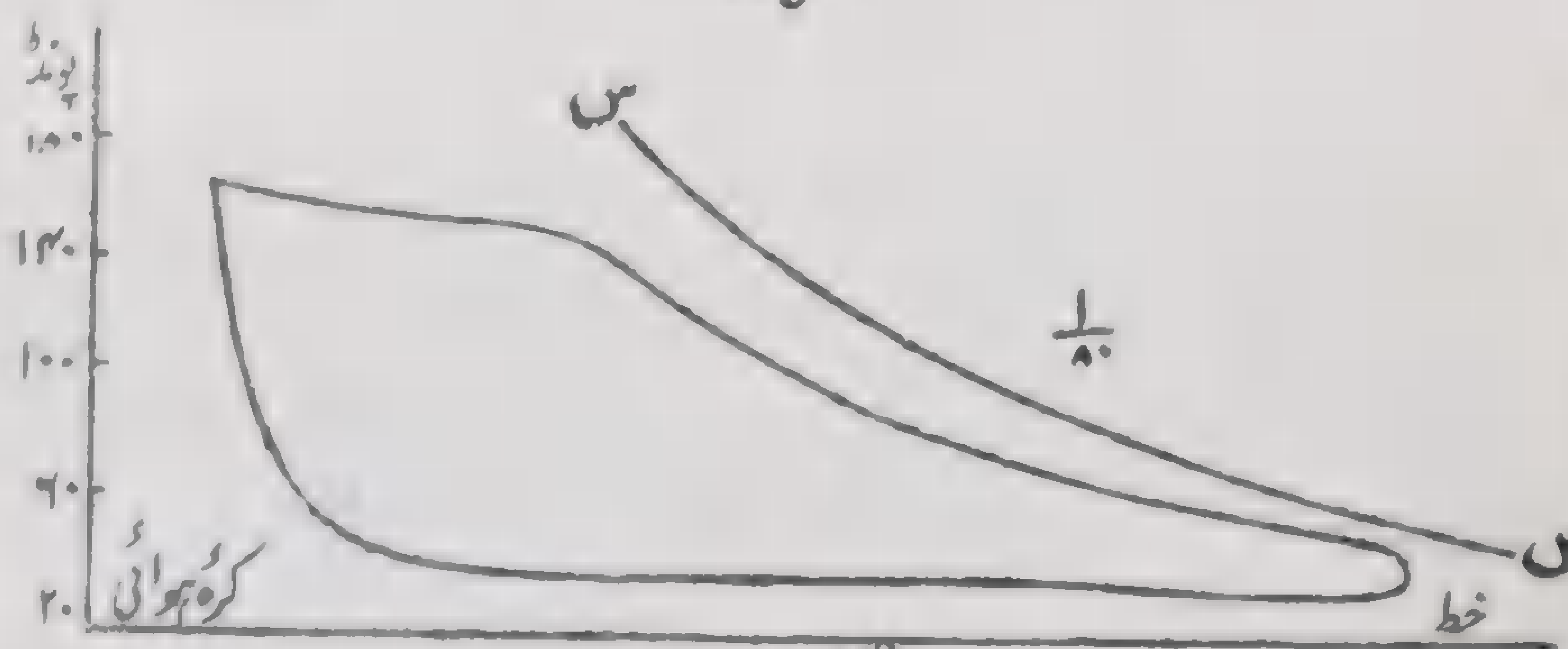
(۱۵۱)



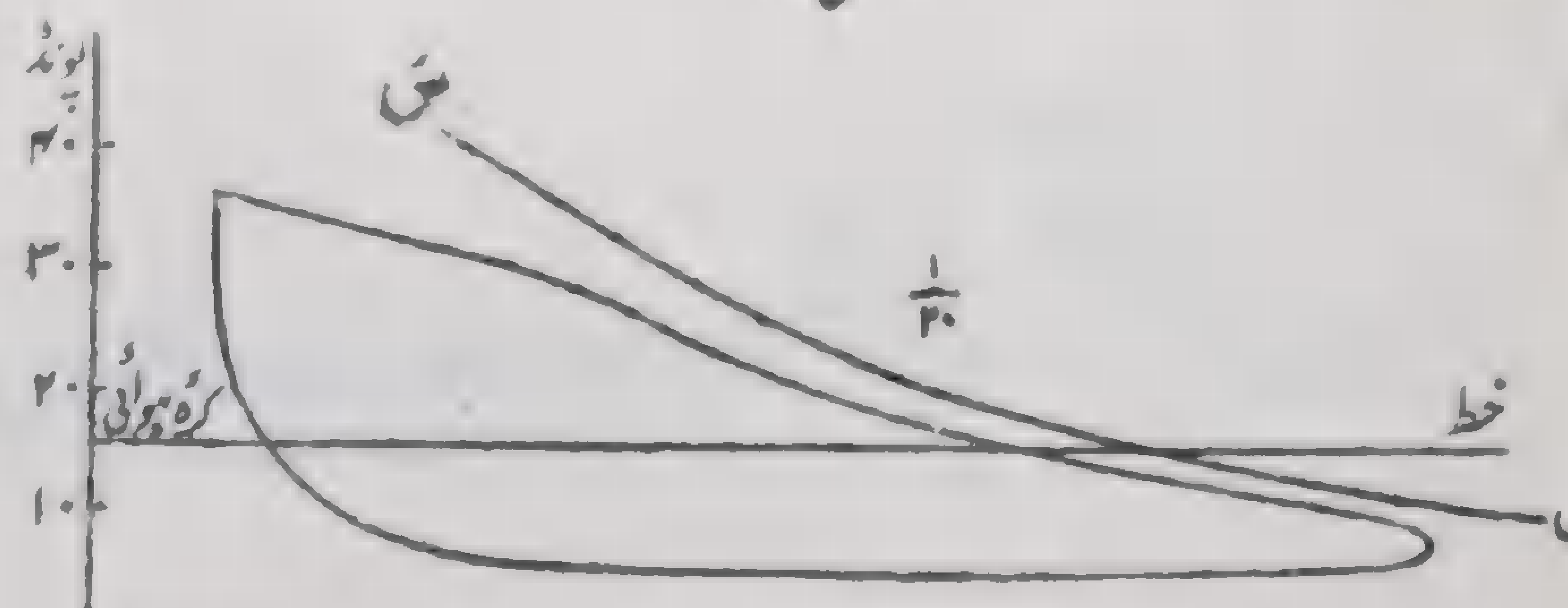
شکل ۴



شکل ۵

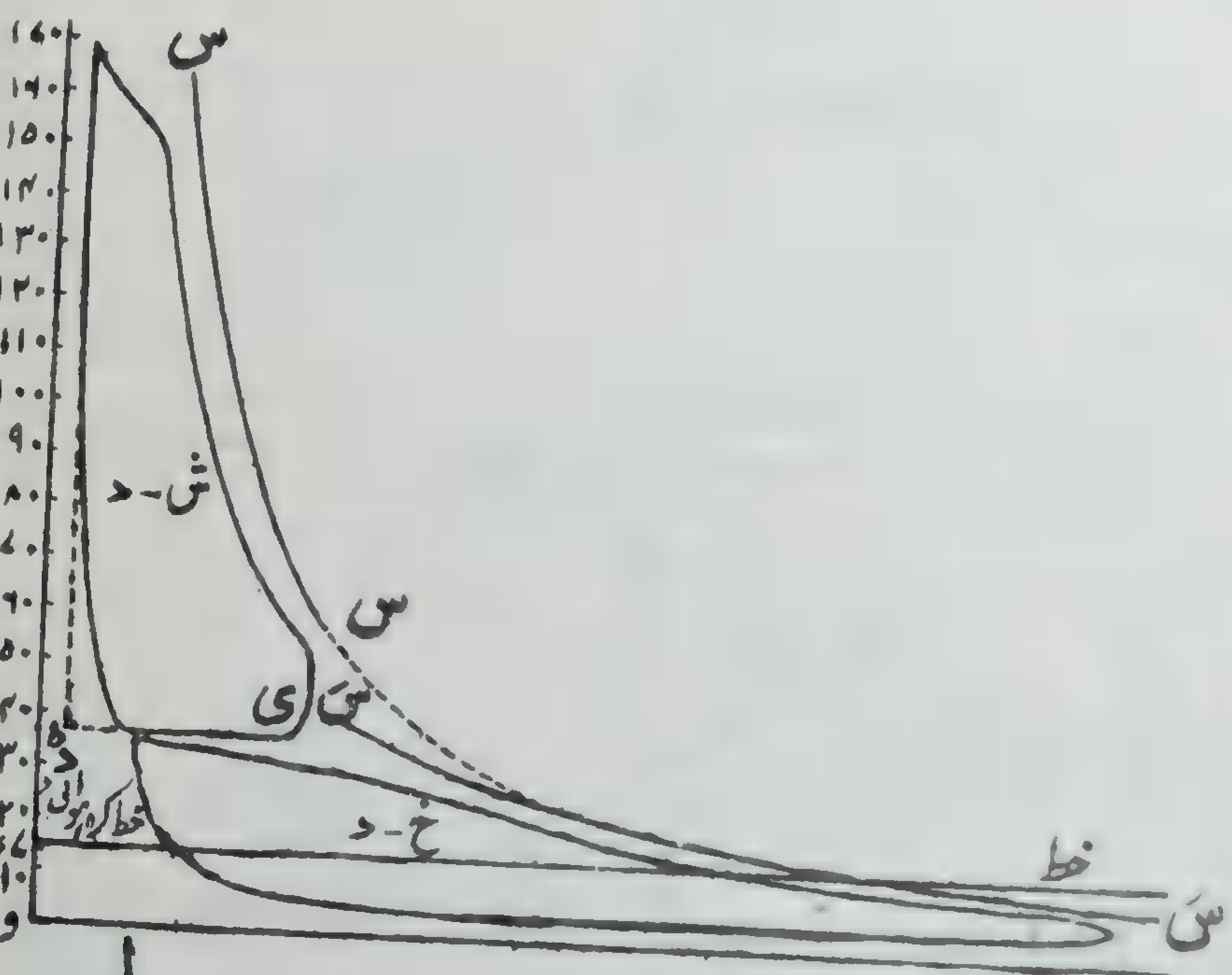


شکل ۶



شکل ۷

شکل ۸۷ میں اتاری ہوئی مجموعی شکل میں سیری کے منحنی س س اور س' س' ایک مسلسل
منحنی نہیں بناتے۔ چونکہ پھیلاؤ کے دوران میں شدید دباؤ کے استوانہ میں کی موجودہ بھاپ کا (۱۵۲)
کل وزن خفیف دباؤ کے استوانہ میں کے وزن کے مساوی نہیں ہوتا۔ یہ اختلاف
اس لیے ہوتا ہے کہ دونوں استوانوں میں گدی کی بھاپ کے وزن مساوی نہیں ہوتے۔
سیری کا ایک مفرد منحنی مجموعی شکل پر صرف اسی وقت اُتارا جا سکتا ہے جب کہ ہر
استوانہ میں گدی کے بھاپ کا وزن مساوی ہو۔ قاعدہ کی رُو سے خفیف دباؤ کے
استوانہ میں گدی کی بھاپ کا وزن کم ہوتا ہے بہ نسبت شدید دباؤ کے استوانہ کے،
اور اس کی وجہ خفیف دباؤ کی سیری کا منحنی شدید دباؤ کی سیری کے منحنی کے اندر
واقع ہوتا ہے، جیسے شکل ۸۷ میں بتلایا گیا ہے۔



شکل ۸۷

امثلہ نمبری (۶)

(۱) دو استوانے والے ایک مرکب انجن میں شدید دباؤ کے استوانہ میں داخلہ کا دباؤ ۸۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے، کاٹ ۵ء۰ ضرب۔ خفیف دباؤ کے استوانہ میں رہائی کا دباؤ ۸ پونڈ فی مربع انچ مطلق، اور مکثفہ کا دباؤ ۲ پونڈ مطلق۔ ہذلولی پھیلاؤ اور فشاروں پر مساوی ابتدائی بوجھ فرض کرکے استوانوں کی حجمی نسبت، قابلہ بیں کا اوسط دباؤ، خفیف دباؤ کے استوانہ میں نقطۂ کاٹ اور دونوں استوانوں میں کیے ہوئے کام کی مقدار معلوم کرو۔

(۲) سوال نمبر (۱) میں ہذلولی پھیلاؤ کے بجائے کلیۂ پھیلاؤ د حم ۱۵ر۱ = مستقل لے کر حل کیا جائے۔

(۳) ایک افقی مرکب بھاپ انجن کے استوانوں کے قطر دریافت کرو۔ اگر ذیل کے حالات کے تحت اسکی طاقت ۵۰۰ مر - ا - ط ہو بھاپ خانہ میں دباؤ ۱۴۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق، خلاء ۲۶ انچ، پھیلاؤں کی تعداد ۱۰، شکلی جزو ضربی ۸ء۰، فشارہ کی رفتار ۶۰۰ فٹ فی منٹ، شدید دباؤ کے استوانہ میں کاٹ ۳۵ء۰ ضرب۔ خفیف دباؤ کے استوانہ میں کاٹ بھی معلوم کرو اور دونوں استوانوں میں کیے ہوئے کام کا مقابلہ کرو جب کہ ابتدائی بوجھ برابر ہوں۔

(۴) دو استوانے والے ایک مرکب انجن میں استوانوں کی حجمی نسبت ۵ ہے اور پھیلاؤں کی کل تعداد ۱۰۔ بھاپ کا ابتدائی دباؤ ۱۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے اور عقبی دباؤ ۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق۔ مسلسل ہذلولی پھیلاؤ اور دونوں استوانوں کے درمیان کام کی مساوی تقسیم فرض کرکے فشاروں پر ابتدائی بوجھ دریافت کرو۔

(۵) تین استوانے والے ایک تہرے پھیلاؤ کے انجن میں ۵۰۰ مر - ا - ط ۹۰ گردشیں فی منٹ پر ذیل کے حالات پیدا کرنا مطلوب ہے۔ شدید دباؤ کے

بھاپ خانہ میں کا دباؤ ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق، شدید دباؤ کے استوانہ میں کاٹ، ۵ء ضربیہ اوسط فشارہ کی رفتار ۶۰۰ فٹ فی منٹ، خلا ۲۸ انچ۔ استوانہ نسبت ۱ : ۳ : ۵ء ۷، اور شکلی جزو ضربی ۶۳ء۰ فرض کر کے استوانوں کے ابعاد معلوم کرو۔

(۶) ابتدائی بوجھ فشاروں پر اگر مساوی ہوں تو سوال (۵) کے انجن میں مقابلہ کا اوسط دباؤ معلوم کرو۔

(۱۵۳)

ساتواں باب

میکانی تبرید

۹۰- میکانی تبریدی مشینوں کی قسمیں — تبریدی مشین کا کام تپش کو گھٹانا اور اس پر قائم رکھنا ہے۔ اس کام کے لئے ایک ایسی شے استعمال کی جاتی ہے جو حرارت کو جذب کر سکے اور ایک موزوں انتظام کے ذریعے جیسے ہی حرارت سرد ہونے والے جسم میں باہر سے داخل ہوتی ہے نکال لی جائے، اور تب سرد جسم سے حاصل شدہ حرارت کسی بلند تپش والے جسم میں منتقل کی جاتی ہے۔ اس عمل کے لیے صرف حرارت کی صورت میں، بیرونی مدد مطلوب ہے، جو میکانی کام میں مبدل ہوتی ہے، چونکہ حرحرکیات کے دوسرے کلیہ کی رُو سے خودکار انجن کے لیے یہ ناممکن ہے کہ ایک جسم سے دوسرے بلند تر تپش والے جسم تک حرارت پہنچائے (ملاحظہ ہو دفعہ ۲۵)۔

میکانی تبریدی مشین دو اقسام میں منقسم کیے جا سکتے ہیں۔

(۱) وہ جس میں ہوا کامی شے کی حیثیت سے استعمال کی جائے، اور (۲) پچکاؤ طرز کے، جس میں وہ بخار استعمال کیا جائے جو سیر شدہ حالت میں ادنیٰ تپشوں پر شدید دباؤ بتلائے۔

سرد ہوا کے مشین ـــــ اس طرز کے مشینوں میں ہوا تقریباً ۵۰ پونڈ فی مربع انچ تک بھنچائی جاکر ایک سرد آلہ میں سے گذاری جاتی ہے جو پانی سے گھرا ہوا ہوتا ہے۔ سرد آلہ میں سے گذرتے وقت ہوا سے بھنچاؤ کی حرارت نکل جاتی ہے، تب ہوا مبادل میں سے گذرتی ہے۔ یہ مبادل نلیوں کے ایک سلسلہ پر مشتمل ہے جو سرد خانہ سے واپس ہونے والی سرد ہوا سے گھرا ہوا ہوتا ہے، اس میں دبی ہوا اور سرد ہو جاتی ہے اور اگر کچھ رطوبت ہو تو برف کی صورت میں جم جاتی ہے۔ مبادل سے سرد دبی ہوا ایک پھیلاؤ استوانہ میں پہنچتی ہے جہاں وہ مشین کو چلا کر کام کرتی ہوئی پھیلتی ہے۔ پھیلاؤ کی وجہ ہوا اور زیادہ سرد ہوتی ہے جس کے بعد سرد کمرہ میں خارج کی جاتی ہے۔

بخار کے بھینچ مشین ـــــ اس طرز کے حالیہ مشینوں میں جو بخارات استعمال ہوتے ہیں وہ امونیا اور کاربن ڈائی آکسائیڈ ہیں اور کبھی کبھی سلفر ڈائی آکسائیڈ۔ تر بخار فشارندہ کے استوانہ میں کھینچا جاتا ہے اور بھنچنے کے بعد سرد اور مکثف ہو جاتا ہے۔ اس کے بعد ادنی تپش تک پھیلتا (عملاً ایک پھیلاؤ کواڑی میں سے بغیر مفید کام کیے) ہے اور تب نلیوں کے ایک سلسلہ میں سے گذرتا ہے جو نمکین پانی سے گھرا ہوا ہوتا ہے۔ اس طرح نمکین پانی ادنی تپش تک سرد کیا جاکر تبریدی کاموں میں استعمال کیا جاتا ہے۔ اسی طرز کا مشین عملاً بہت استعمال ہوتا ہے۔

۹۱۔ کارکردگی کی قدر

ـــــ دفعہ سابق کی رو سے ظاہر ہے کہ تبریدی مشین ایک سادہ حرارت کا پمپ ہوتا ہے جو حرارت کو ادنی تپش سے بلند تر تک حیلی ذرائع سے چلایا جاکر پمپ کرتا ہے۔ سب سے زیادہ کفایتی مشین وہ ہوگا جو دیے ہوئے میکانی کام کے ذریعہ زیادہ ترین حرارت کی مقدار سرد جسم سے اخذ کر سکے۔ (۱۵۴)

نسبت

$$\frac{\text{اخذ کردہ حرارت}}{\text{خرچ کردہ کام}}$$

کارکردگی کی قدر کہلاتی ہے اور دونوں مقداریں ایک ہی اکائیوں میں محسوب ہوتی ہیں۔

دفعہ ۸۴ میں ظاہر کیا گیا کہ تصوری حرارتی انجن متعاکس دور پر حرارت کو تپش $ت_1$ پر لے کر اور ادنی تر تپش $ت_2$ پر خارج کر کے کام کرتا ہے۔ اگر حرارت کی مقدار $ح_1$ تپش $ت_1$ پر لیجائے اور مقدار $ح_2$ تپش $ت_2$ پر خارج کی جائے تو کیا ہوا کام $ح_1 - ح_2$ ہوگا اور استعداد

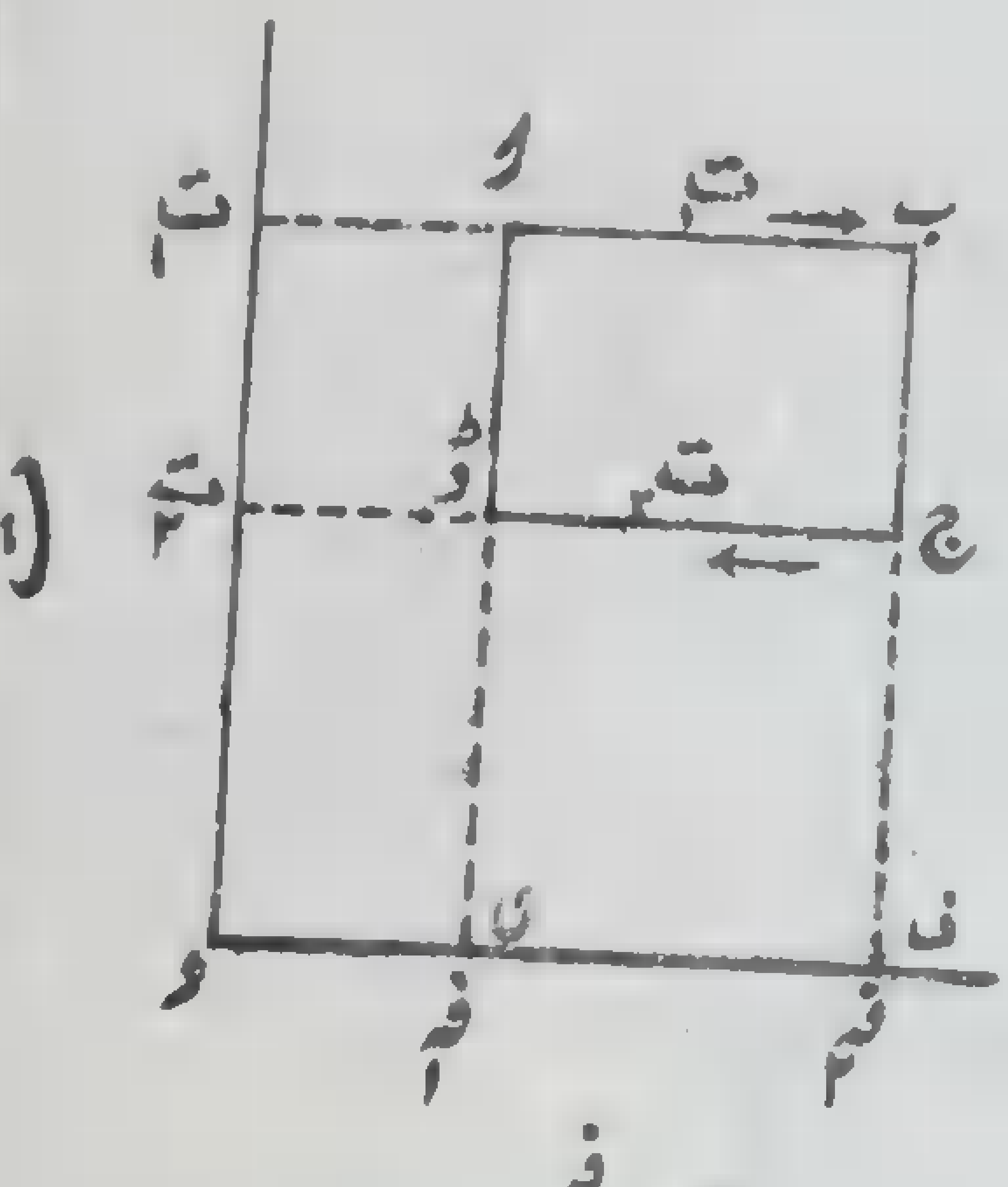
$$\frac{ح_1 - ح_2}{ح_1} \quad \text{یا} \quad \frac{ت_1 - ت_2}{ت_1} \quad \text{ہوگی}$$

اب اگر ایسے انجن کو متعاکس بنا دیں تو وہ سرد جسم سے تپش $ت_2$ پر $ح_2$ حرارت کی اکائیاں حاصل کریگا اور $ح_1 - ح_2$ حرارت کی اکائیاں انجن کو چلانے کے لیے بہم پہنچانے سے $ح_1$ اکائیاں تپش $ت_1$ پر مشین سے خارج ہونگی۔ اس لیے کارکردگی کی قدر

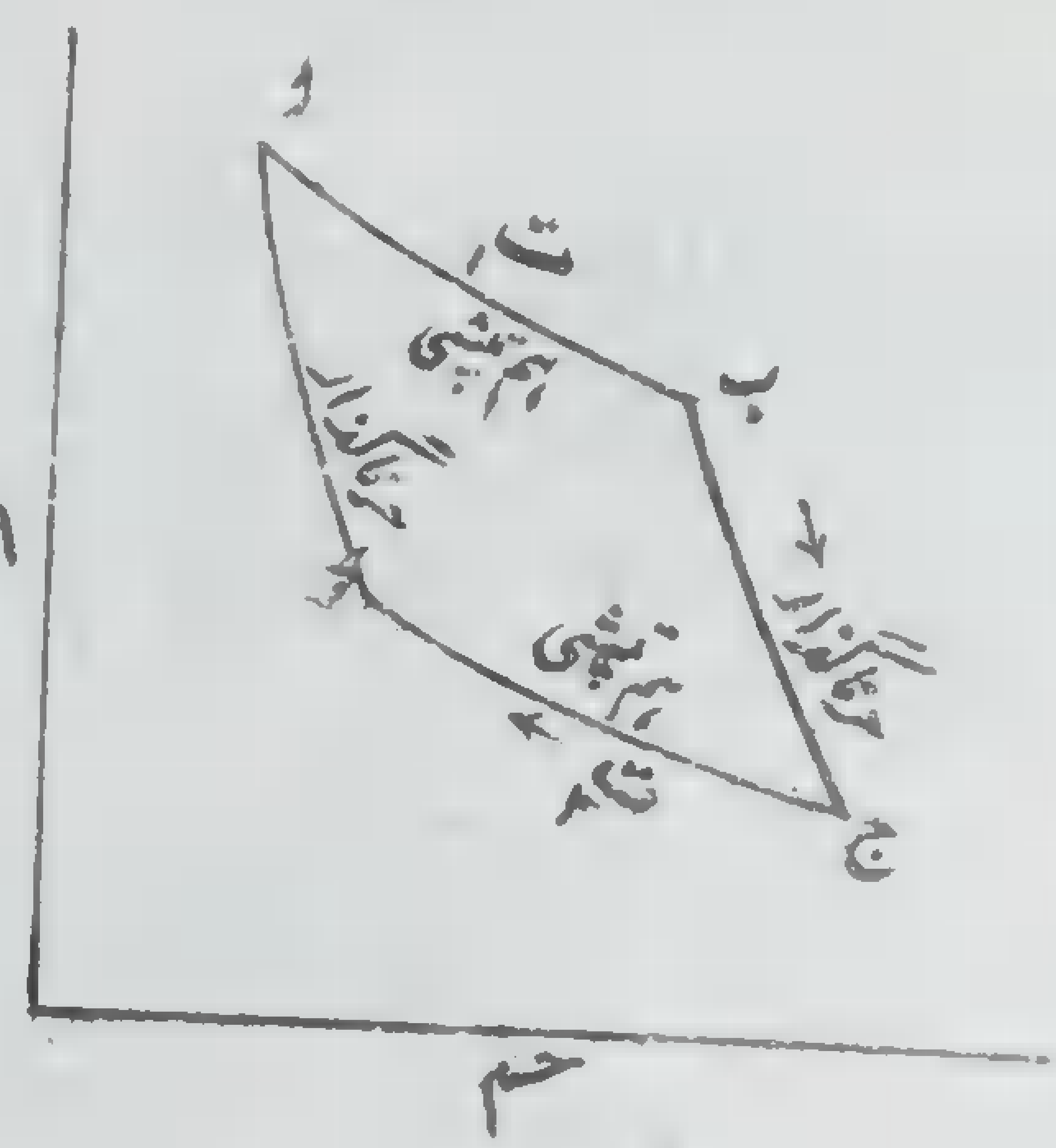
$$\frac{\text{اخذ کردہ حرارت}}{\text{خرچ کردہ کام}} = \frac{ح_2}{ح_1 - ح_2} \quad \text{ہوگی}$$

۹۲۔ سرد ہوا کا مشین —— ایک انجن پر غور کرو جو تصوری متعاکس کارنو کے دور پر کام کرتا ہے۔ نقطہ ج سے ابتدا کریں تو دور ج ڈ ا ب موافق سمت ساعت ہے (شکلیں ۷۹ اور ۸۰)۔ انجن تپش $ت_2$ پر حرارت کی مقدار $ح_2$ حاصل کریگا اور تپش $ت_1$ پر حرارت کی بڑی مقدار $ح_1$ خارج کریگا۔ مشین چلانے کے لیے مطلوبہ کام کی مقدار رقبہ ج ڈ ا ب سے تعبیر ہوگی۔ حقیقتاً کامل متعاکس انجن حرارتی پمپ کے مانند کام کریگا جو حرارت کو تپش $ت_2$ پر لے کر بلند تر تپش $ت_1$ پر پہنچائیگا تب کارکردگی کی قدر

$$\frac{ح_2}{ح_1 - ح_2} \quad \text{ہوگی۔}$$



شکل ۸۰



شکل ۷۹

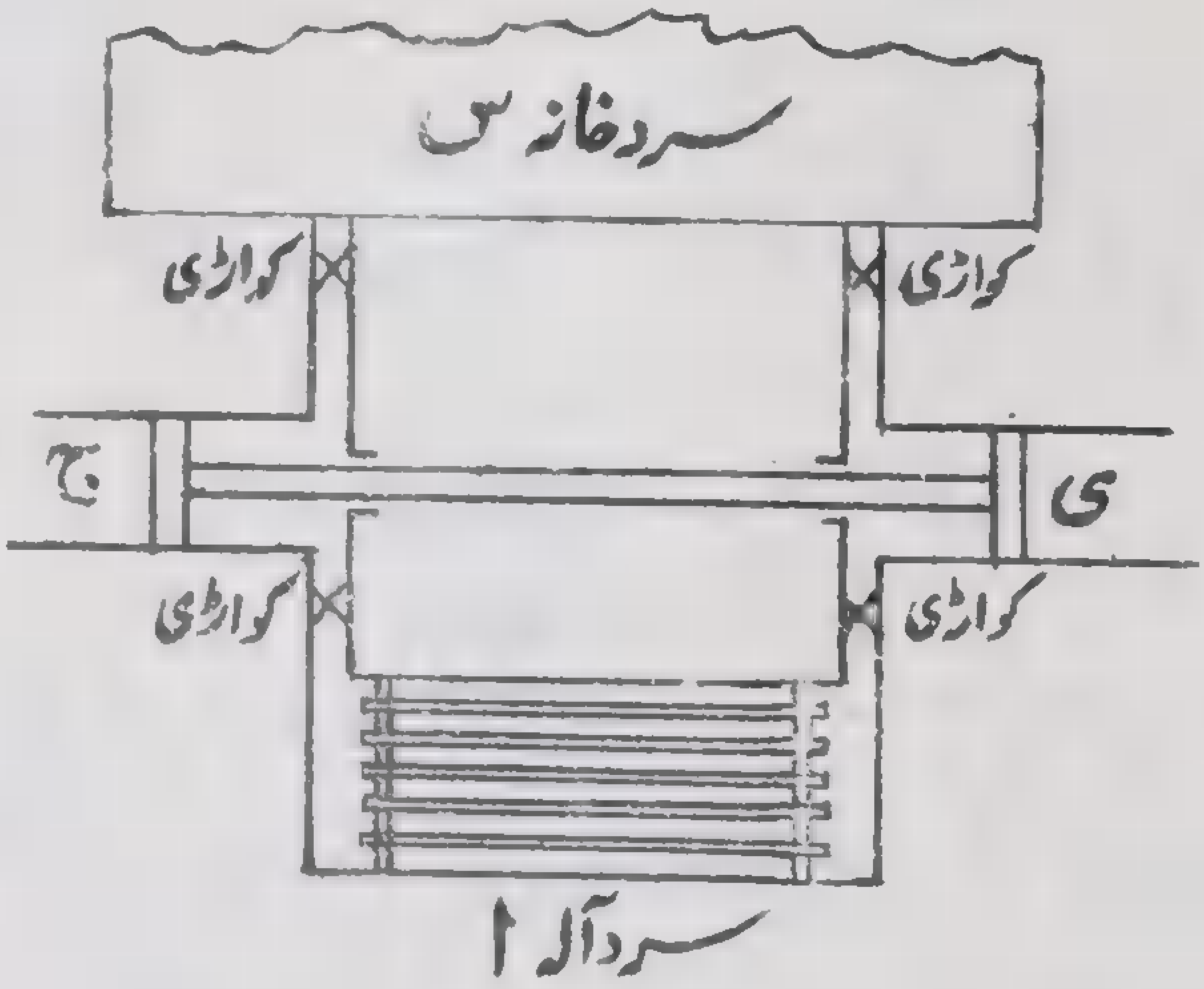
(۱۵۵) یا شکل ۸۰ کی رو سے

$$\frac{\text{رقبہ ج ڈ ی ف}}{\text{رقبہ و ب ف ی} - \text{رقبہ ڈ ج ف ی}}$$

$$= \frac{ت_2(فہ_2 - فہ_1)}{ت_1(فہ_2 - فہ_1) - ت_2(فہ_2 - فہ_1)}$$

$$= \frac{ت_2}{ت_1 - ت_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

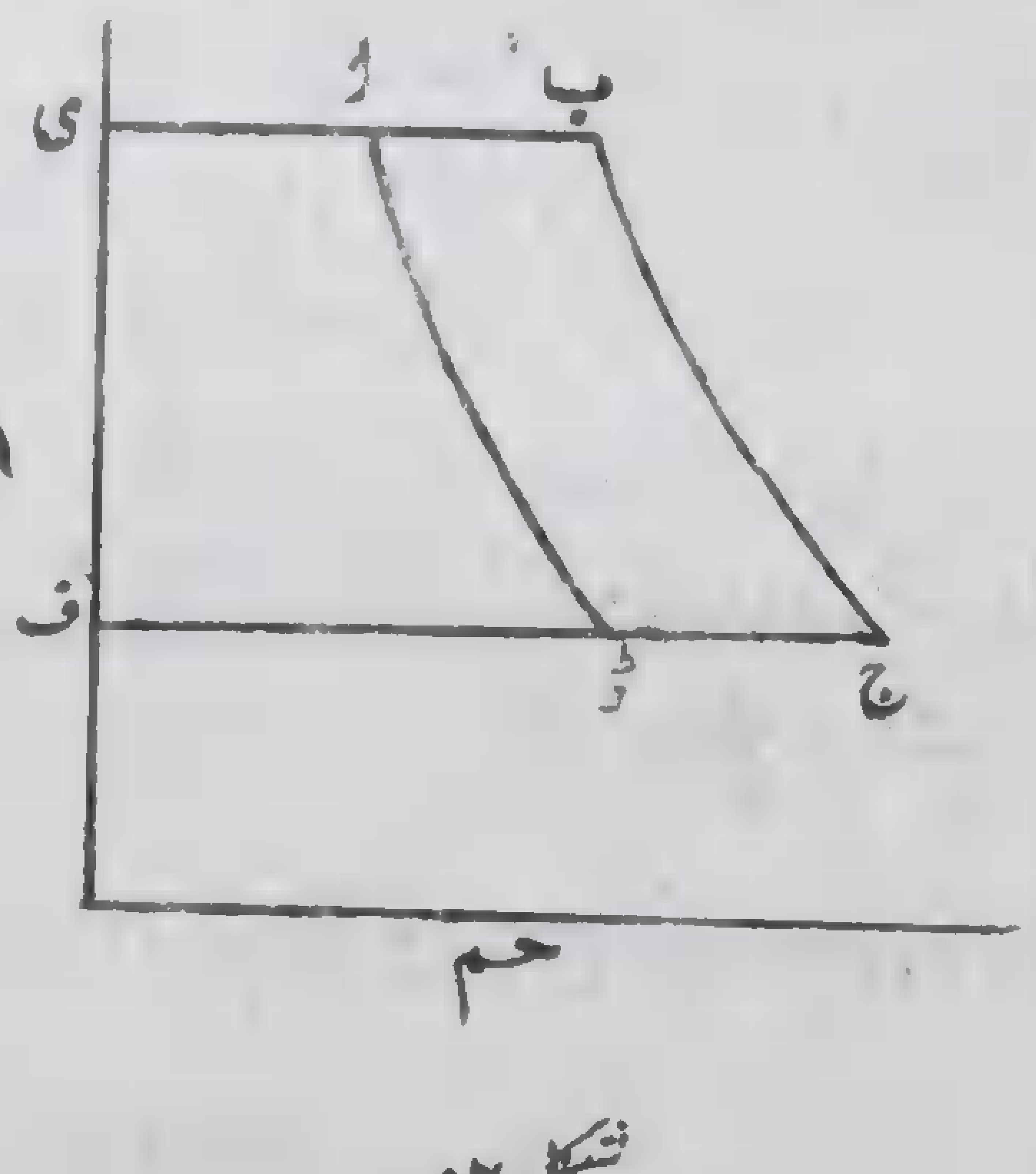
(۱) کی رو سے معلوم ہوتا ہے کہ وسعت تپش $(ت_1 - ت_2)$ جتنی کم ہوگی اتنی ہی کارکردگی کی قدر اور ایک دیے ہوئے حیل کام کے خرچہ سے تبرید کی مقدار زیادہ ہوگی۔ مندرجۂ بالا جملہ تصوری متعاکس انجن سے متعلق ہے اور عملاً کوئی تبریدی مشین اس دور پر کام نہیں کرتا لیکن معمولی سرد ہوا کا مشین متعاکس جول انجن کے دور پہ کام کرتا ہے۔



شکل ۸۱

۹۲- متعاکس جول انجن یا بِل کولمن[1] کا تبریدی مشین -

گرم ہوا کا جول انجن جس کا بیان دفعہ ۲۹ میں ہو چکا ہے اس کی بڑی ترقی متعاکس شکل میں بل کولمن کے تبریدی مشین کی حیثیت سے عمل میں آئی۔ مشین کی نقشی ترتیب شکل ۸۱ میں بتلائی گئی ہے اور شکل ۸۲ مظہار شکل کو تعبیر کرتی ہے۔ دور حسب ذیل ہے۔



شکل ۸۲

(۱) پمپ کا استوانہ ج سرد خانہ س سے ہوا کو ادنیٰ تر تپش $ت_۲$ پر چوس ضرب ف ج کے دوران میں لیتا ہے۔

(۲) واپسی ضرب کے پہلے حصہ کے دوران میں ہوا حرناگذار طور پر سرد آلہ ا میں کے دباؤ تک (۱۵۶)

[1] Bell-Coleman

پچکائی جاتی ہے، جس کی تپش ۱ کی تپش سے بڑھ جاتی ہے۔ ج ب (شکل ۸۲) دور کے اس حصہ کو ظاہر کرتا ہے۔

(۳) تب پمپ ج، ضرب ب سے ی تک ختم کر کے ہوا کو ۱ میں پہنچاتا ہے اور تپش ۱ کی تپش تک گھٹ جاتی ہے اور حرارت کی مقدار ح، جو ہوا ۱ کو دیتی ہے یہ ہے

$$ح_۱ = غ_د (ت_ب - ت_ی)$$

جہاں $ت_ب$ اور $ت_ی$، ب اور ی پر کے تپشوں کو علی الترتیب تعبیر کرتے ہیں۔

جبکہ یہ عمل فشارندہ کے استوانہ ج میں واقع ہوتے ہیں تو حسب ذیل عمل پھیلاؤ استوانہ ی میں واقع ہونگے۔

(۱) اور (۲) کے دوران میں ی ہوا کی مساوی مقدار ۱ سے تپش $ت_ی$ پر حاصل کرتا ہے اور س میں کے دباؤ تک حرناگذار طور پر پھیلاتا ہے جیسے شکل (۸۲) میں ی ڑ اور ڑ ڈ سے علی الترتیب ظاہر کیا گیا ہے۔ پھیلاؤ کے ختم پر تپش $ت_ڈ$ سرد خانہ س کی تپش سے کم ہوگی۔

(۳) کے دوران میں۔ ی میں پھیلاؤ کے بعد سرد ہوا واپسی ضرب ڈ ف کے دوران میں س میں خارج ہوتی ہے۔

فشارندہ کے استوانہ میں فی دور ہوا پر کیا ہوا کام رقبہ ف ج ب ی سے تعبیر ہوتا ہے، اور پھیلاؤ استوانہ میں ہوا کا کیا ہوا کام رقبہ ی ڑ ڈ ف سے تعبیر ہوتا ہے۔ لہذا خالص کام جو مشین کو چلانے میں خرچ ہوا

رقبہ ف ج ب ی - رقبہ ی ڑ ڈ ف = رقبہ ڈ ج ب ڑ

لہذا حرارت کی خالص مقدار جو سرد خانہ سے فی پونڈ ہوا اخذ کی گئی

$$ح_۲ = غ_د (ت_ج - ت_ڈ)$$

اور چونکہ ی میں کے پھیلاؤ کی نسبت ج میں کے پچکاؤ کی نسبت کے مساوی ہے

$$\frac{\text{ت}_{\text{و}}}{\text{ت}_{\text{ڈ}}} = \frac{\text{ت}_{\text{ب}}}{\text{ت}_{\text{ج}}} \quad \ldots\ldots\ldots (۱)$$

لہذا کارکردگی کی قدر

$$\frac{\text{اخذ کردہ حرارت}}{\text{خرچ کردہ کام}} = \frac{\text{ح}_{۲}}{\text{ح}_{۱} - \text{ح}_{۲}}$$

$$= \frac{\text{غ}_{\text{د}}(\text{ت}_{\text{ج}} - \text{ت}_{\text{ڈ}})}{\text{غ}_{\text{د}}(\text{ت}_{\text{ب}} - \text{ت}_{\text{و}}) - \text{غ}_{\text{د}}(\text{ت}_{\text{ج}} - \text{ت}_{\text{ڈ}})}$$

$$= \frac{\text{ت}_{\text{ج}} - \text{ت}_{\text{ڈ}}}{(\text{ت}_{\text{ب}} - \text{ت}_{\text{و}}) - (\text{ت}_{\text{ج}} - \text{ت}_{\text{ڈ}})}$$

$$= \frac{\text{ت}_{\text{ڈ}}}{\text{ت}_{\text{و}} - \text{ت}_{\text{ڈ}}} \quad \text{مندرجہ بالا (۱) کی رو سے} \quad \ldots\ldots\ldots (۲)$$

یہ جملہ دفعہ ۹۲ مساوات (۱) میں کے جملہ $\frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}}$ سے کم ہے اُسی دلیل کے تحت جس کی رُو سے جُول کا انجن کارنو کے انجن سے کم استعداد والا ہے، یعنے جملہ حرارت تپش $\text{ت}_{۲}$ پر حاصل نہیں کی گئی اور کُل کی کُل حرارت تپش $\text{ت}_{۱}$ پر خارج نہیں ہوئی- دوسرے الفاظ میں $\text{ت}_{\text{و}}$- $\text{ت}_{\text{ڈ}}$ تپشوں کے فرق $\text{ت}_{۱}$- $\text{ت}_{۲}$ سے حسب دفعہ ۹۲ زیادہ ہے۔

اس مشین سے حاصل کردہ حقیقی کارکردگی کی قدر بخار کے پچکاؤ کے مشین کی قدر سے بہت کم ہوتی ہے اور $\frac{۱}{۲}$ سے $\frac{۳}{۴}$ تک بدلتی ہے- اِس کم قیمت کے اسباب حسبِ ذیل ہیں-

(۱) تپش کی بڑی وسعت ($\text{ت}_{\text{و}}$- $\text{ت}_{\text{ڈ}}$) کے ساتھ کام کرنے کی ضرورت ہوتی ہے چونکہ ہوا حرارت کی کمزور موصل اور جاذب ہے-

(۲) استوانوں میں ہوا کی رگڑ کی بڑی مقدار، خصوصاً بڑے مشینوں میں - (۱۵۷

اس طرز کے مشین کے ساتھ جو دشواری پیش آتی ہے وہ سرد خانہ سے آنے والی ہوا میں رطوبت کی موجودگی ہوتی ہے۔ پھیلاؤ کے ختم پر یہ رطوبت برف کی صورت میں جم جاتی ہے جس کی وجہ کواڑیاں بند ہو جاتی ہیں مسٹر لائٹ فٹ نے مرکب پھیلاؤ استعمال کرکے اس دشواری کو حل کیا۔ پہلے پھیلاؤ استوانہ میں تپش تقریباً ۴۵° ف تک گھٹائی گئی اور جمع شدہ رطوبت نکال لی گئی۔ عام طریقہ یہ ہے کہ ایک مبادل کا استعمال کیا جائے جیسے دفعہ ۹۰[۱] میں تبلایا گیا ہے۔

۹۴۔ متعاکس حرارتی انجن

گرمانے کے مشین کی صورت میں بل کولمن کے طرز کا مشین اس غرض کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے جسے لارڈ کلوِن نے ۱۸۵۲ء[۲] میں سب سے پہلے تبلایا تھا مشین ہوا کو کرۂ ہوائی سے حاصل کرکے کم تر تپش اور دباؤ تک پھیلائیگا اور تب اس کی تپش بیرونی ہوا کے ساتھ تماس کی وجہ بڑھ جائیگی، اس کے بعد کرۂ ہوائی کے دباؤ تک پچکائی جائیگی، اس طرح تپش بڑھ جانے کے بعد گرم کیے جانے والے کمرہ میں بھیجی جائیگی۔

فرض کرو $ح_۲$ = تپش $ت_۲$ پر کرۂ ہوائی سے حاصل کردہ حرارت

$ح_۱$ = تپش $ت_۱$ پر کمرہ میں بھیجی ہوئی حرارت

ک = خرچ شدہ کام حرارت کی اکائیوں میں۔

تب
$$\frac{ح_۱}{ک} = \frac{ح_۱}{ح_۱ - ح_۲} = \frac{ت_۱}{ت_۱ - ت_۲} \quad \ldots\ldots\ldots (۱)$$

اگر وسعتِ تپش $ت_۱ - ت_۲$ کم ہو تو $ح_۱$، ک سے کئی گنا بڑا ہوگا یعنے حیلی کام کے کم خرچہ سے حرارت کی ایک بڑی مقدار ایک چھوٹی وسعتِ تپش میں سے گزاری جاسکتی ہے۔

[۱] ۔ اس طرز کے اور دوسری طرز کے تبریدی مشینوں کی تفصیل کے لیے "میکانیکل پراڈکشن آف کولڈ" از سر جے۔ ایونگ مطبع کیمبرج یونیورسٹی ملاحظہ ہو۔

[۲] ۔ گلاسگو کی فلاسفیکل سوسائٹی کی روئدادیں جلد سوم صفحہ ۲۶۹۔ یا "مضامین کا مجموعہ" جلد اول صفحہ ۵۱۵

مثال (۱) اگر ایک حرارتی متعاکس جول انجن کا پچکاؤ کا دباؤ ۴۵ پونڈ فی مربع انچ گیج سے ہو اور چوس دباؤ ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہو تو وہ ادنیٰ ترین تپش معلوم کرو جو انجن میں پیدا ہوئی۔ جبکہ ہوا اعلیٰ ترین تپش پر، کرۂ ہوائی کی تپش یعنے ۶۰° ف پر کے پانی کے دوران سے سرد کی گئی۔

دحم شکل، شکل ۸۲ میں بتلائی گئی ہے۔

$\text{ت}_{\text{د}} = ۴۶۰ + ۶۰ = ۵۲۰^\circ$ مطلق اور $\text{ت}_{\text{ا}}$ ادنیٰ ترین تپش ہے۔

اب

$$\frac{\text{ت}_{\text{د}}}{\text{ت}_{\text{ا}}} = \left(\frac{\text{د}_{\text{د}}}{\text{د}_{\text{ا}}}\right)^{\frac{\text{ج}-۱}{\text{ج}}}$$ دفعہ اَ(۶) کی رو سے

$$= \left(\frac{۱۵ + ۴۵}{۱۵}\right)^{\frac{۱٫۴-۱}{۱٫۴}}$$

$$= ۴^{\frac{۲}{۷}}$$

$$\therefore \text{ت}_{\text{ا}} = \frac{۵۲۰}{۴^{\frac{۲}{۷}}}$$

$\text{ت}_{\text{ا}} = ۳۵۰^\circ$ مطلق یا $۳۵۰ - ۴۶۰ = -۱۱۰^\circ$ ف

(۱۵۸) مثال (۲) ایک کامل متعاکس حرارتی انجن کی کم ترین اسپی طاقت معلوم کرو جبکہ وہ ۷۰° ف پر کے پانی سے ۹۰۰ پونڈ برف فی گھنٹہ ۲۷° ف پر تیار کرے۔ برف کی حرارتِ مخفی فی پونڈ ۱۴۲ ا ب۔ ح۔ ا اور حرارتِ نوعی ۰٫۵ لیے جائیں۔

$$\text{کارکردگی کی قدر} = \frac{\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}} = \frac{۲۷ + ۴۶۰}{۷۰ - ۲۷} = \frac{۴۸۷}{۴۳} = ۱۱٫۳۳$$

حرارت کی وہ مقدار جو ۷۰° ف پر کے ایک پونڈ پانی سے اخذ کی گئی تاکہ ایک پونڈ برف ۲۷° ف پر تیار کرے

$$(۷۰ - ۳۲) + ۱۴۲ + ۰٫۵\,(۳۲ - ۲۷)$$

$$= ۳۸ + ۱۴۲ + ۲٫۵ = ۱۸۲٫۵ \text{ ب-ح-ا}$$

لہذا کمترین اسپی طاقت یہ ہوگی

$$\frac{۹۰۰ \times ۱۸۲٫۵}{۱۱٫۳۳ \times ۲۵۴۵} = ۵٫۷$$

مثال (۳) ایک تیل انجن ۲۰۰۰۰ ب-ح-ا فی پونڈ حراری قیمت کا رسوولین استعمال کرتا ہے۔ اگر وہ ایک متعاکس حراراتی انجن کو چلائے جو ہوا کو ۴۰° ف سے لے کر ۵۵° ف پر پہنچاتا ہو تو ہوا کو فی بریک اسپی طاقت کتنی حرارت دی جائیگی اگر متعاکس حراراتی انجن تصوری عمل کا ۸۰ فیصد کام کرتا ہے۔

دفعہ ۹۴ (۱) کی رو سے

$$ح_۱ = ک \cdot \frac{ت_۱}{ت_۱ - ت_۲} \times \frac{۸۰}{۱۰۰}$$

اب ک = ۱ بریک اسپی طاقت گھنٹہ = ۲۵۴۵ ب-ح-ا

$$\therefore ح_۱ = ۲۵۴۵ \times \frac{۴۶۰ + ۵۵}{۵۵ - ۴۰} \times ۰٫۸$$

$$= ۶۹۹۰۰ \text{ ب-ح-ا}$$

ایک حالیہ تیل انجن ۰٫۵ پونڈ تیل جس میں ۱۰۰۰۰ ب-ح-ا ہوں فی ب-ا-ط گھنٹہ استعمال کرتا ہے۔ جبکہ یہ تیل ایک تیل انجن کو چلانے میں استعمال کیا جائے جو ایک متعاکس حراراتی انجن کو چلاتا ہے تو ۶۹۹۰۰ ب-ح-ا ہوا کو دی جائینگی، اور اگر راست ہوا کو گرم کرنے کے لیے جلایا جائے تو صرف ۱۰۰۰۰ ب-ح-ا دستیاب ہو سکینگے یعنے تقریباً $\frac{۱}{۷}$ حصہ۔ اس کا یہ مطلب نہیں کہ ۶۹۹۰۰ − ۱۰۰۰۰ ب-ح-ا یا ۵۹۹۰۰ ب-ح-ا پیدا کیے گئے، بلکہ متعاکس انجن میں اسپی طاقت گھنٹہ (۲۵۴۵ ب-ح-ا) حرارت میں تبدیل ہوا اور بقیہ ۶۹۹۰۰ − ۲۵۴۵ یا ۶۷۳۵۵ ب ح ا کیلیے صرف تپش میں اضافہ ہوا۔

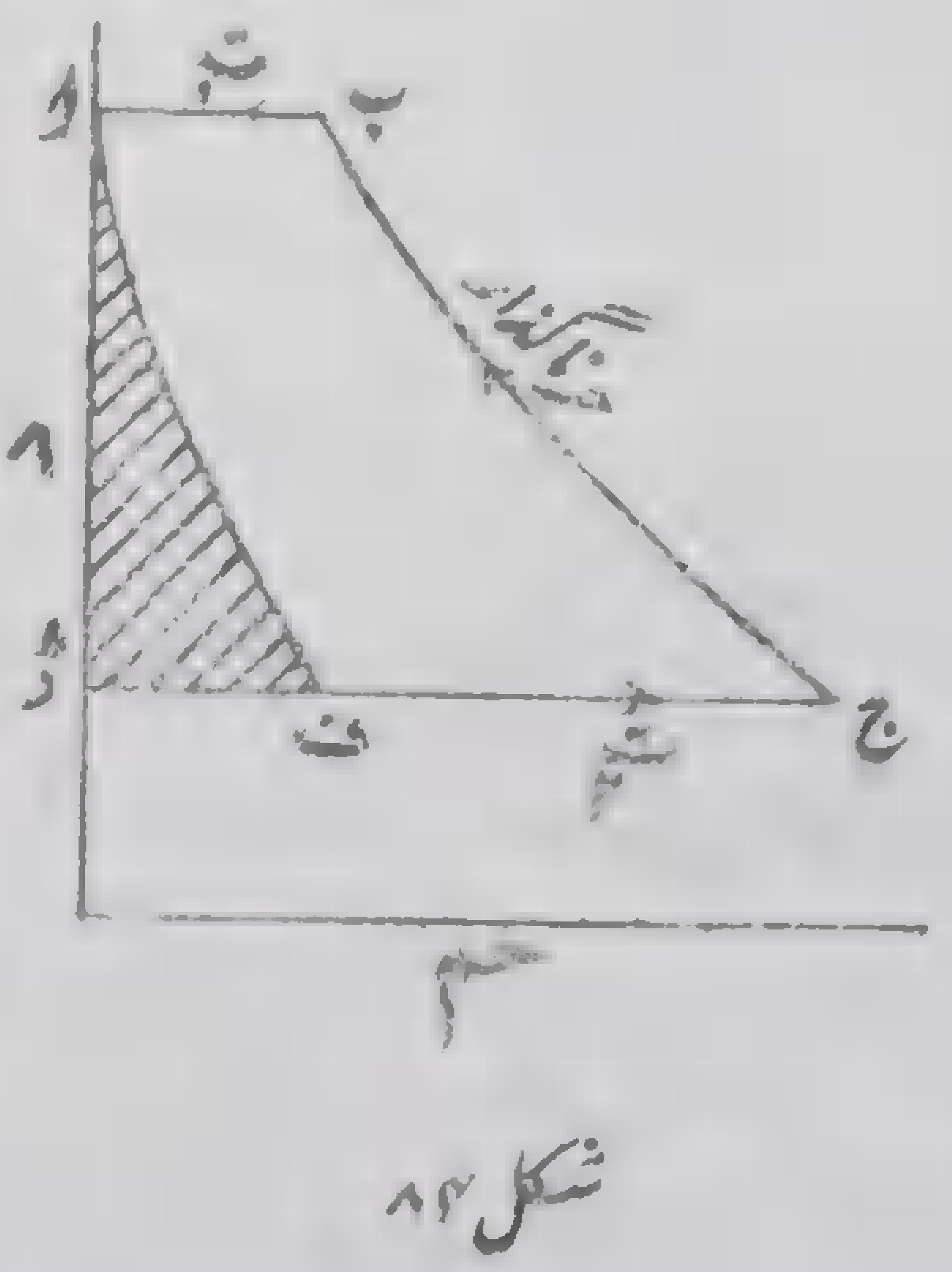
۹۵۔ بخار بچکاؤ مشین —— اس طرز کا تبریدی مشین نقشی طور پر شکل ۸۳ میں بتلایا گیا ہے اور مظہار شکل، شکل ۸۴ میں۔ مبردہ ھ میں ایک

طیران پذیر مائع سے آغاز کریں تو دور حسب ذیل ہوگا:—

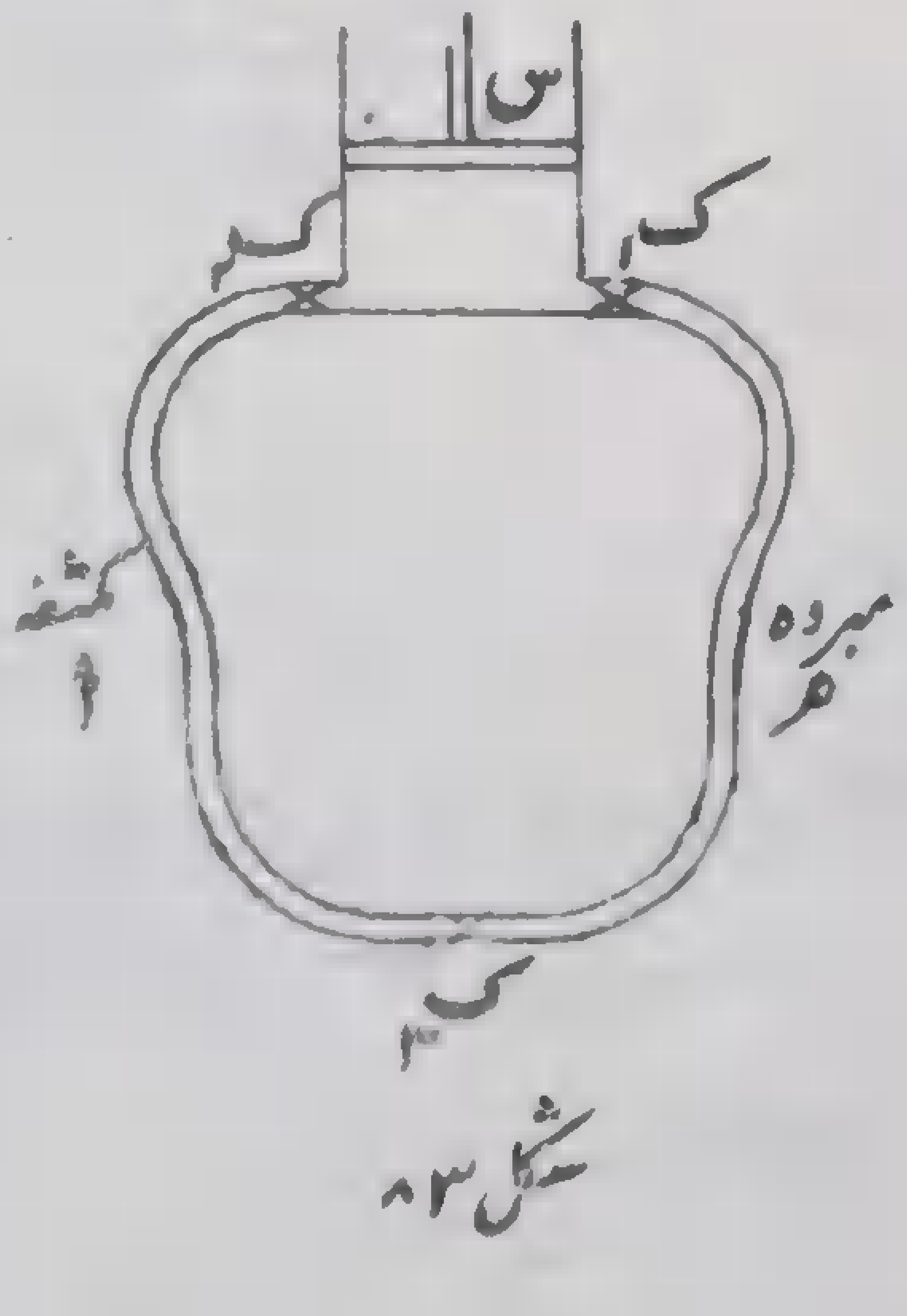
(۱) کواڑی ک۱ کھلتی ہے اور مبرد استوانہ س میں تپش ت۲ پر تر بخار کی صورت میں کھینچا جاتا ہے۔ دور کا یہ حصہ ڈ ج سے شکل ۸۴ میں تعبیر کیا گیا ہے

(۲) بخار حرناگذار طور پر تپش ت۱ تک ج ب پر بھیکایا جاتا ہے۔ بھیکاؤ کی کچھ حرارت مائع کی تبخیر میں جذب ہو جاتی ہے اور ب پر بخار عین خشک اور سیر شدہ ہونا چاہیے۔

(۳) بعد ازاں بخار کو کواڑی ک۲ میں سے گذار کر مکثفہ ا میں مستقل دباؤ اور مستقل تپش ت۱ کے تحت خارج کیا جاتا ہے۔ تب بخار ا میں سرد پانی کے (۱۵۹)
ذریعہ ٹھنڈا اور مکثف کیا جاتا ہے اور وہ اپنی حرارت مخفی چھوڑ دیتا ہے۔ دور کا یہ حصہ ب ا سے تعبیر ہوتا ہے۔



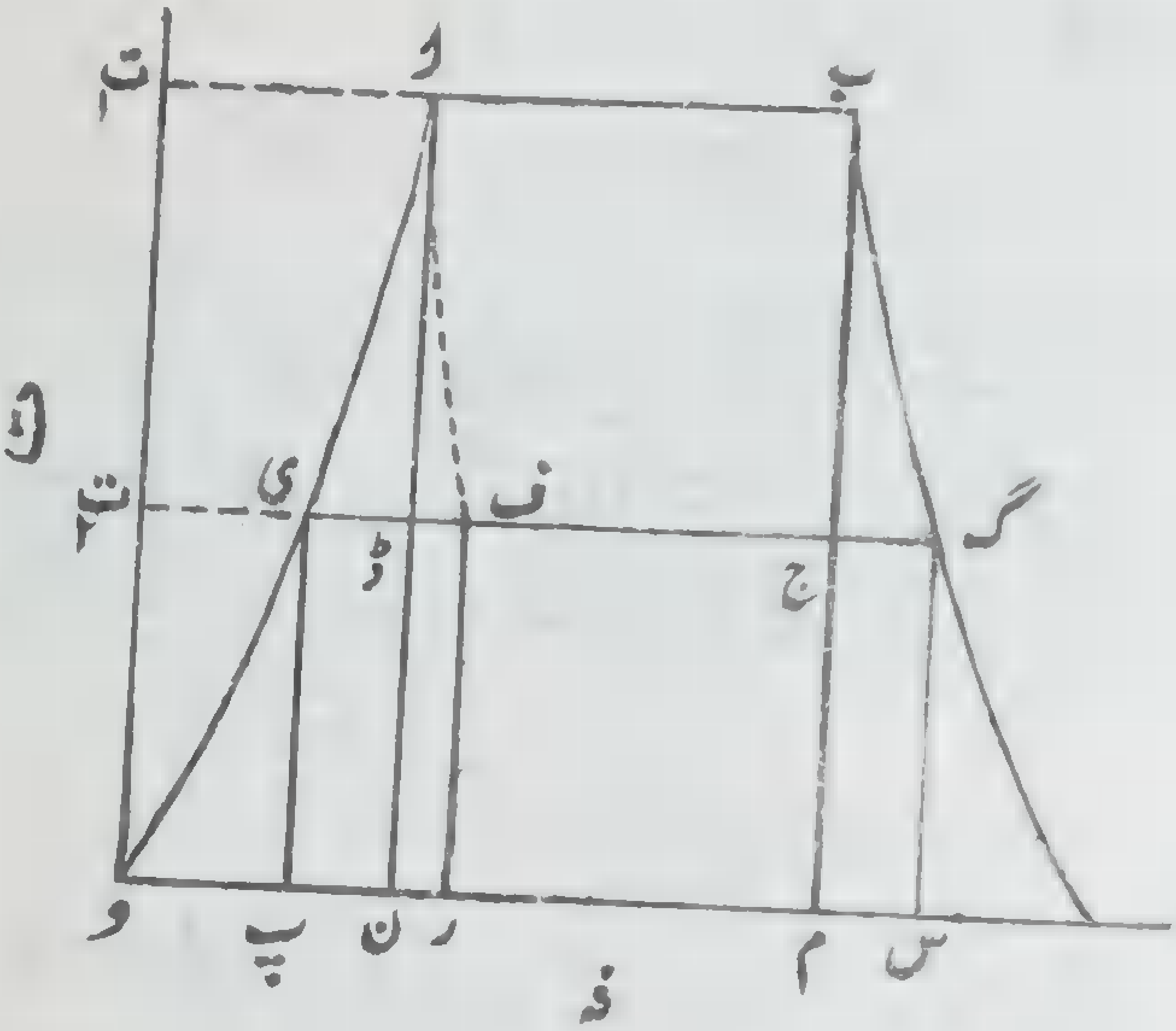
شکل ۸۴



شکل ۸۳

(۴) تمام مشینوں میں جو عملاً استعمال میں آتے ہیں مائع کو تحقیقی کواڑی ک۲ میں سے گذار کر م میں آزادانہ طور پر اس کی ابتدائی حالت تک پھیلایا جاتا ہے جیسے ا ڈ (شکل ۸۴) سے تعبیر کیا گیا۔ اگر یہ مائع ا ف پر حرناگذار طور پر ایک موٹر کے استوانہ میں پھیلایا جا کر ایک مشین کے چلانے میں مدد دیتا تو اتنے کام کی بچت ہوتی جو سایہ دار رقبہ ا ف ڈ سے تعبیر ہوتا ہے۔

اس طرز کے تبریدی مشین کی توضیح تپش ناکارگی کی شکل کے ذریعہ آسانی سے
ہوتی ہے جو شکل ۸۵ میں بتلائی گئی۔ تر بخار کا حرنا گذار پچکاؤ ج ب سے ظاہر



شکل ۸۵

ہوتا ہے اور تب اس کے بعد تپش ت۱ پر ب د کے سمت تکثیف عمل میں آئیگی۔
دی کثیفہ میں مائع کے تپش ت۲ تک سرد ہونے کو تعبیر کرتا ہے اور ی ج مبرّدہ
میں تبخیر کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ اگر پھیلاؤ کواڑی استعمال کی جائے تو یہ دور
عملی اغراض کے لیے رنکین کا متعاکس دور ہوگا۔ (ڈ ج ب د شکل ۸۴ اور (۲۶۰)
ی ج ب د شکل ۸۵ کا مقابلہ اشکال ۳۰ اور ۳۳ سے کیا جائے)۔ اب ہم تر
اور خشک دونوں پچکاؤں کے ساتھ، اور پھیلاؤ کواڑی اور پھیلاؤ استوانہ کے
ساتھ اس دور کے نظریہ پر غور کرینگے۔

۹۶۔ بخار کے پچکاؤ کا مشین جو بغیر تر گرمانے کے پھیلاؤ استوانہ کے ساتھ کام کرتا ہے

شکل ۸۵ میں بتلائی ہوئی

تپش ناکارگی کی شکل پر غور کرو۔ دور حسب ذیل ہے۔

(۱) ڈ ج، پمپ کا چُساؤ۔ بخار اپنی حرارتِ مخفی ت۲ پر حاصل کرتا ہے۔

(۲) ج ب، حرناگذار پچکاؤ یہاں تک کہ تپش ت۱ پر عین خشک اور سیر شدہ ہو جائے۔

(۳) ب ا، ت۱ پر ہم تپشی پچکاؤ۔ بخار مکثف ہو کر حرارتِ مخفی ٹھنڈا کرنے والے پانی کو دیدیتا ہے۔

(۴) ا ڈ، حرناگذار پھیلاؤ۔ ایک موٹر کے استوانہ میں مفید کام کر کے ایک مشین چلانے میں مدد دیتا ہے۔

حرارت جو مبرد سے اخذ کی گئی رقبہ ڈ ج م ن سے تعبیر ہوتی ہے اور مشین کے چلانے میں کام جو کیا گیا رقبہ ڈ ج ب ا سے۔ لہذا کارکردگی کی قدر یہ ہوگی۔

$$\frac{\text{اخذ کردہ حرارت}}{\text{کیا ہوا کام}} = \frac{\text{رقبہ ڈ ج م ن}}{\text{رقبہ ڈ ج ب ا}}$$

یہ جبری صورت میں حسب ذیل ہوگا۔

فرض کرو خ مائع کی حرارت نوعی کو تعبیر کرتا ہے اور خ۱ اس کی تبخیر کی حرارت مخفی ت۱ پر تب

$$\text{ی ڈ} = \text{خ لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} \quad \text{اور ا ب} = \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1}$$

$$\text{لہذا رقبہ ڈ ج م ن} = \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1} \times \text{ت}_2$$

$$\text{اور رقبہ ڈ ج ب ا} = \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1} (\text{ت}_1 - \text{ت}_2)$$

$$\therefore \text{کارکردگی کی قدر} = \frac{\frac{\text{خ}_1 \text{ت}_2}{\text{ت}_1}}{\frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)} = \frac{\text{ت}_2}{\text{ت}_1 - \text{ت}_2} \ldots\ldots (1)$$

واضح ہو کہ یہ جملہ وہی ہے جو دفعہ ۹۲ (۱) میں ہے۔

وہ صورت جبکہ پھیلاؤ کے ختم پر بخار تر رہے۔ اس صورت میں پھیلاؤ کا آغاز نقطہ ک سے ہوتا ہے (شکل ۸۶) اور کسی نقطہ ح پر ختم ہوتا ہے۔ خشکی کی کسر پھیلاؤ کے ختم پر

$$\text{لا} = \frac{\text{اح}}{\text{اب}} \text{ ہوگی۔}$$

$$\text{فی پونڈ اخذ کردہ حرارت} = \text{رقبہ ڈ ک ل ن}$$

$$= \frac{\text{لا}\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1} \times \text{ت}_2$$

$$\text{کیا ہوا کام} = \text{رقبہ ڈ ک ح ل}$$

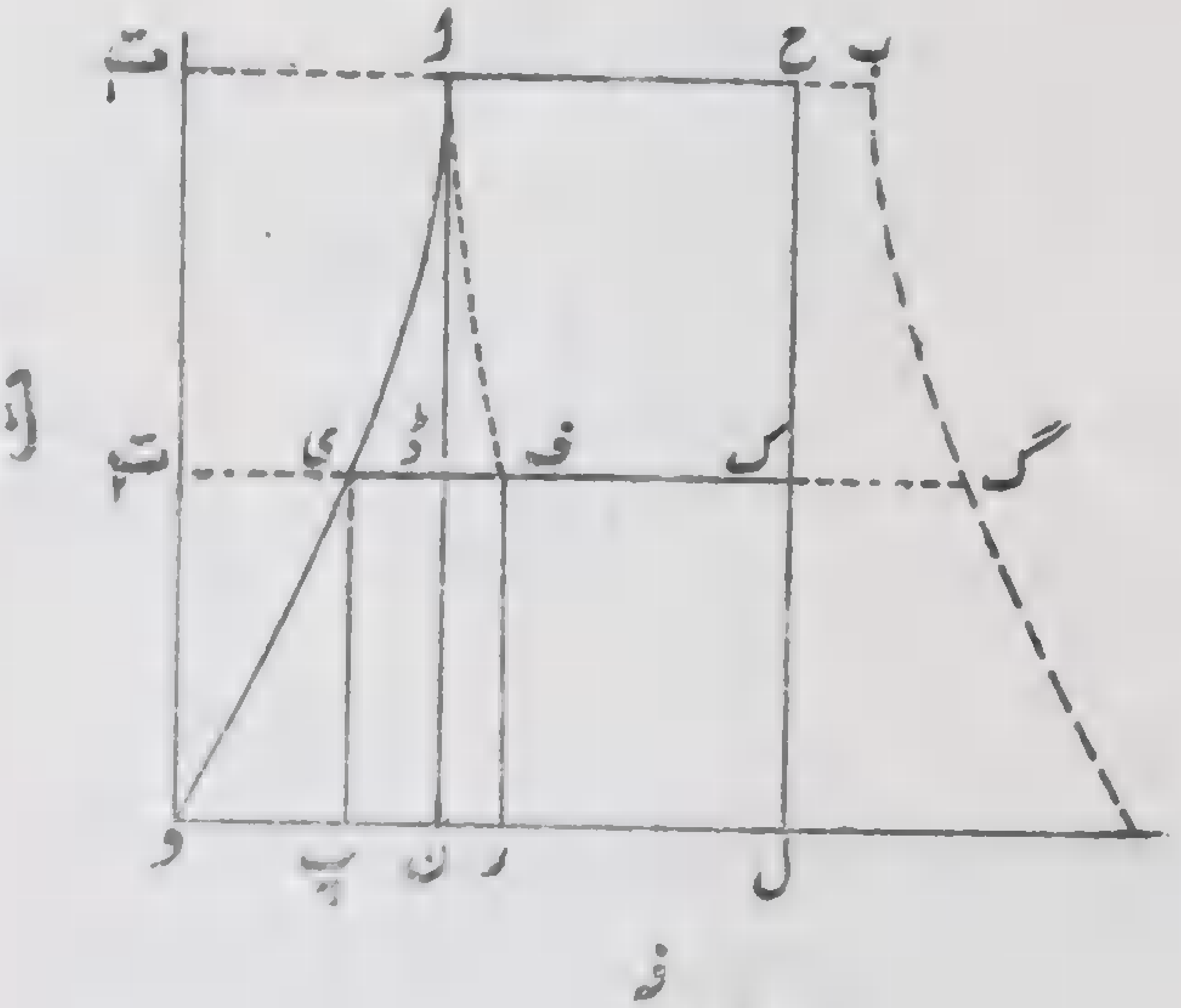
$$= \frac{\text{لا}\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)$$

$$\text{اور کارکردگی کی قدر} = \frac{\frac{\text{لا}\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1} \times \text{ت}_2}{\frac{\text{لا}\,\text{خ}_1}{\text{ت}_1}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}$$

$$= \frac{\text{ت}_2}{\text{ت}_1 - \text{ت}_2} \text{ مثل سابق کے}$$

اس صورت میں اگرچہ کارکردگی کی قدر مثل سابق کے ہے لیکن تبرید

فی پونڈ مائع کم ہوگی اور اس لیے تبرید کی اسی مقدار کے لیے زیادہ مائع درکار ہوگا۔ (۱۶۱)



شکل ۸۶

۹۷۔ بخار کے پچکاؤ کا مشین جو بغیر ترگرمانے کے پھیلاؤ کواڑی کے ساتھ کام کرتا ہے

عام طور پر اسی صورت کا استعمال کیا جاتا ہے اور موٹر کے استوانہ میں بجائے حرنا گذار پھیلاؤ کے پھیلاؤ کواڑی میں سے آزاد اور بغیر مزاحمت کے پھیلاؤ عمل میں آتا ہے اور نقطہ ف پر ختم ہوتا ہے (شکل ۸۵) جملہ عملی اغراض کے لیے یہ رنگین کا متعاکس دور ہوگا جس کی منظہار شکل، شکل ۸۴ میں بتلائی گئی ہے یعنے ڈ ج ب ا۔

فرض کیا جائے کہ پھیلاؤ کواڑی میں سے گذرتے وقت نہ کسب حرارت عمل میں آتی ہے اور نہ نقصانِ حرارت۔ تب ایک پونڈ بھاپ کی حرارت قبل خناق اور بعد خناق یکساں ہوگی (ملاحظہ ہوں دفعات ۳۸ اور ۴۷) پھیلاؤ کے قبل کی حرارت رقبہ ی ا ن پ سے تعبیر ہوتی ہے (شکل ۸۵) اور پھیلاؤ کے بعد کی رقبہ ی ف ر پ سے۔ لہذا یہ دونوں رقبے مساوی ہونا چاہیے اور

چونکہ رقبہ ی ڈ ن پ مشترک ہے اس لیے رقبہ ی ا ڈ رقبہ ڈ ف ر ن کے مساوی ہوگا۔

تبرید کی خالص مقدار فی پونڈ یعنے اخذ کردہ حرارت رقبہ ف ج م ر سے تعبیر ہوتی ہے اور کیا ہوا کام رقبہ ی ا ب ج سے لہذا کارکردگی کی قدر

$$\frac{\text{رقبہ ف ج م ر}}{\text{رقبہ ی ا ب ج}} \text{ ہوگی}$$

فرض کرو پھیلاؤ استوانہ استعمال کرنے سے استوانہ میں فی پونڈ کیے ہوئے کام کی مقدار کم سے تعبیر ہوتی ہے۔ تب یہ شکل ۸۵ میں رقبہ ی ا ڈ سے تعبیر ہوگی اور شکل ۸۴ میں ا ف ڈ سے اور چونکہ رقبہ ڈ ف ر ن (شکل ۸۵) رقبہ ی ا ڈ کے مساوی ہے اس لیے تبرید کی خالص مقدار رقبہ ڈ ج م ن سے بقدر $ک_۱$ کم ہوگی۔ لہذا اگر ح تبرید کی مقدار فی پونڈ کو تعبیر کرتا ہے اور ک کیے ہوئے کام کو جبکہ پھیلاؤ استوانہ استعمال ہو تو پھیلاؤ کواڑی کے ساتھ کارکردگی کی قدر یہ ہوگی۔

$$\frac{\text{اخذ کردہ حرارت}}{\text{کیا ہوا کام}} = \frac{\text{ح} - \text{ک}_۱}{\text{ک} + \text{ک}_۱} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

جو یقیناً $\frac{\text{ح}}{\text{ک}}$ سے کم ہے۔

(۱۶۲) دفعہ ۹۶ میں کی ترقیم استعمال کرنے سے یہ نتیجہ جبری طور پر حسب ذیل ہوگا۔

$$\text{رقبہ ی ا ن پ} = \text{رقبہ ی ف ر پ} = \text{ﺦ} (\text{ت}_۱ - \text{ت}_۲)$$

$$\therefore \quad \text{ی ف} = \frac{\text{ﺦ} (\text{ت}_۱ - \text{ت}_۲)}{\text{ت}_۲}$$

$$\text{اب} \quad \text{ی ج} = \text{ی ڈ} + \text{ڈ ج}$$

$$= \text{خ}\,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1}$$

$$\therefore \quad \text{ف ج} = \text{ی ج} - \text{ی ف}$$

$$= \text{خ}\,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1} - \frac{\text{خ}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{ت}_2}$$

$$\text{اخذ کردہ حرارت} = \text{رقبہ ف ج م ر} = \text{ت}_2 \times \text{ف ج}$$

$$= \text{خ}\,\text{ت}_2\,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1} \cdot \text{ت}_2 - \text{خ}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2) \quad \cdots\cdots (۲)$$

$$\text{نیز کیا ہوا کام} = \text{رقبہ ی ا ب ج}$$

$$= \text{رقبہ پ ی ا ب م} - \text{رقبہ ی ج م پ}$$

$$= \text{رقبہ پ ی ا ن} + \text{رقبہ ا ب م ن} - \text{رقبہ ی ڈ پ ن} - \text{رقبہ ڈ ج م ن}$$

$$= \text{خ}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2) + \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1} \times \text{ت}_1 - \text{ت}_2 \cdot \text{خ}\,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} - \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1} \times \text{ت}_2$$

$$= (\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(\text{خ} + \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2 \cdot \text{خ}\,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} \quad \cdots\cdots (۳)$$

(اس کام کی مقدار رینکن کے دور پر کیے ہوئے کام کے مساوی ہے
مقابلہ کیا جائے (۷) دفعہ ۵ صفحہ ۱۳۴)

$$\text{کارکردگی کی قدر} = \frac{\text{اخذ کردہ حرارت}}{\text{کیا ہوا کام}}$$

$$= \frac{\text{خ}\,\text{ت}_2\,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1} \cdot \text{ت}_2 - \text{خ}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(\text{خ} + \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2 \cdot \text{خ}\,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}} \quad \cdots\cdots (۴)$$

دہ صورت جبکہ پچکاؤ کے ختم پر بخار تر ہو۔ یہاں پچکاؤ کا آغاز نقطہ ک سے ہوتا ہے (شکل ۸۶) اور نقطہ ح پر ختم ہوتا ہے اور پھیلاؤ کے ختم پر خشکی کی کسریہ ہوگی۔

$$\text{لا} = \frac{\text{ا ح}}{\text{ا ب}}$$

اخذ کردہ حرارت = رقبہ ف ک ل ر

$$= \text{خ}\,\text{ت}_2\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{لا}_1\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\cdot\text{ت}_2 - \text{خ}(\text{ت}_1-\text{ت}_2) \quad \ldots\ldots\ldots (\text{۵})$$

کیا ہوا کام = رقبہ ی ا ح ک

$$= (\text{ت}_1-\text{ت}_2)\left(\text{خ} + \frac{\text{لا}_1\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2\,\text{خ}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} \quad \ldots\ldots\ldots (\text{۶})$$

$$\text{کارکردگی کی قدر} = \frac{\text{خ}\,\text{ت}_2\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \frac{\text{لا}_1\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\cdot\text{ت}_2 - \text{خ}(\text{ت}_1-\text{ت}_2)}{(\text{ت}_1-\text{ت}_2)\left(\text{خ} + \frac{\text{لا}_1\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2\,\text{خ}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}} \quad \ldots\ldots (\text{۷})$$

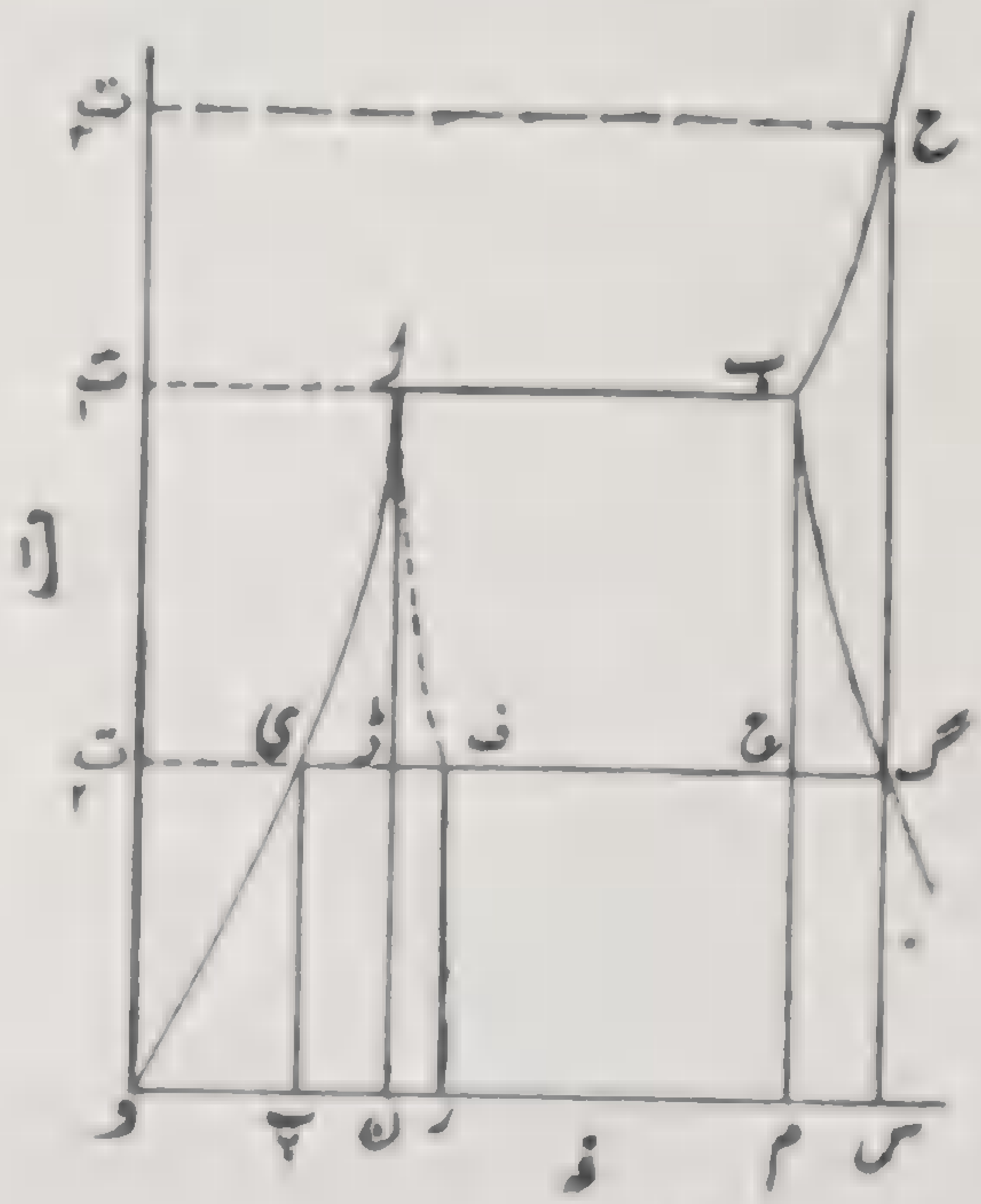
۹۸۔ بخار کے پچکاؤ کا مشین جو بُرگرما کر پھیلاؤ (۱۶۳)

استوانہ کے ساتھ کام کرے ــــ اِس صورت پر غور کرو جس میں فشارندہ خشک سیر شدہ بخار مبردہ سے کھینچے۔ شکل ۸۷ میں تپش ناکارگی کی شکل تبلائی گئی ہے۔ پچکاؤ اب نقطہ گ سے شروع ہو کر نقطہ ح پر ختم ہوتا ہے جو سیری کی تپش ت_1 کے دباؤ کے متناظر بُر گرمی کے منحنی پر واقع ہے، اور یہاں کی تپش ت_3 فرض کی جائے

اخذ کردہ حرارت = رقبہ ڈگ س ن

= رقبہ ڈج م ن + رقبہ ج گ س م

$$= \frac{\text{خ}_1}{\text{ت}_1}\cdot\text{ت}_2 + \text{ت}_2\cdot\text{خ}_{\text{د}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_2}{\text{ت}_1} \quad \ldots\ldots (\text{۱})$$



شکل ۸۷

جہاں نخ د نجا۔ کی حرارتِ نوعی مستقل دباؤ پر ہے (اور مستقل فرض کی گئی ہے)۔

کیا ہوا کام = رقبہ ڈ ا ب ح گ

= رقبہ ڈ ا ب ج + رقبہ ب ح س م ۔ رقبہ ج گ س م

$$= \frac{\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}(\text{ت}_1-\text{ت}_2)+\text{نخ}_{\text{د}}(\text{ت}_3-\text{ت}_1)-\text{ت}_2\,\text{نخ}_{\text{د}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_3}{\text{ت}_1} \quad \cdots (۲)$$

$$\text{کارکردگی کی قدر} = \frac{\text{ت}_2\left(\frac{\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}+\text{نخ}_{\text{د}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_3}{\text{ت}_1}\right)}{\frac{\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}(\text{ت}_1-\text{ت}_2)+\text{نخ}_{\text{د}}\left(\text{ت}_3-\text{ت}_1-\text{ت}_2\,\text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_3}{\text{ت}_1}\right)} \quad \cdots (۳)$$

ت۳ معلوم کرنے کے لیے حسب ذیل عمل کیا جائے :- (۴۴)

یہ ہری کے منحنی پر ب سے ح تک گذرنے میں کسب نا کارگی یہ ہوگی

$$\text{ج گ} = \text{خ} \,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{\text{ب}}}{\text{ت}_{1}} \quad \ldots\ldots (۴)$$

نیز $\text{ج گ} = \text{ی گ} - \text{ی ج}$

$$= \frac{\text{مخ}_2}{\text{ت}_2} - \text{خ}\,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} - \frac{\text{مخ}_1}{\text{ت}_1} \quad \ldots\ldots (۵)$$

(۴) اور (۵) کو مساوات میں لانے سے

$$\text{خ}\,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_{\text{ب}}}{\text{ت}_1} = \frac{\text{مخ}_2}{\text{ت}_2} - \text{خ}\,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} - \frac{\text{مخ}_1}{\text{ت}_1} \quad \ldots\ldots (۶)$$

اس مساوات کے ذریعہ $\text{ت}_{\text{ب}}$ معلوم ہوسکتا ہے۔

۹۹- بخار کے بچکاؤ کا مشین جو پُر گرما کر پھیلاؤ کو اڑی کے ساتھ کام کرتا ہے

پھیلاؤ اب نقطہ ف پر (شکل ۷۸) ختم ہوتا ہے مثل دفعہ ۹۷۔

انجذ کردہ حرارت = رقبہ ف گ س ر

$$\text{اب}\quad \text{ی گ} = \frac{\text{مخ}_2}{\text{ت}_2} \quad \text{اور}\quad \text{ی ف} = \frac{\text{خ}\,(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{ت}_2}$$

لہذا $\text{ف گ} = \text{ی گ} - \text{ی ف}$

$$= \frac{\text{مخ}_2}{\text{ت}_2} - \frac{\text{خ}\,(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{ت}_2}$$

اور انجذ کردہ حرارت $= \text{ف گ} \times \text{ت}_2$

$$= \text{مخ}_2 - \text{خ}\,(\text{ت}_1 - \text{ت}_2) \quad \ldots\ldots (۱)$$

کیا ہوا کام = رقبہ ی ا ب ح گ

= رقبہ ی ا ڈ + رقبہ ڈ ا ب ح گ

= نخ (ت۱ - ت۲) - ت۲ . نخ لوک و (ت۱ / ت۲) + (مخ۱ / ت۱) (ت۱ - ت۲) + نخ د (ت۲ - ت۱)

- ت۲ . نخ د لوک و (ت۲ / ت۱) ...... (۲)

= (ت۱ - ت۲) (نخ + مخ۱ / ت۱) + نخ د (ت۲ - ت۱)

- ت۲ (نخ لوک و (ت۱ / ت۲) + نخ د لوک و (ت۲ / ت۱)) ...... (۳)

{(۱) دفعہ ۵۸ ملاحظہ ہو}

کارکردگی کی قدر

= [مخ۲ - نخ (ت۱ - ت۲)] / [(ت۱ - ت۲) (نخ + مخ۱ / ت۱) + نخ د (ت۲ - ت۱) - ت۲ (نخ لوک و (ت۱ / ت۲) + نخ د لوک و (ت۲ / ت۱))] ...... (۴)

مثال (۱) ایک امونیا کے تبریدی مشین میں مبردہ میں کی تپش ۴° ف ہے اور پچکاؤ کے بعد ۸۶° ف۔ مکثفہ میں ۸۶° ف پر بخار کی تکثیف ہوتی ہے جو پھیلاؤ کو اڑی میں سے گذر کر مبردہ میں پہنچتا ہے۔ پچکاؤ کے ختم پر کارکردگی کی قدر دریافت کرو جبکہ بخار (ا) عین خشک اور سیر شدہ ہو' (ب) ۹۰ فیصد خشک ہو۔ ۸۶° ف پر امونیا کی حرارتِ مخفی ۵۰۰٫۹ ب ح ۔ ا فی پونڈ لی جائے اور مائع کی حرارت نوعی ۱٫۱۲۔

(۱۶۵) (ا) دفعہ ۹۷' (۲) سے

فی پونڈ اخذ کردہ حرارت = نخ ت۲ لوک و (ت۱ / ت۲) + (مخ۱ / ت۱) . ت۲ - نخ (ت۱ - ت۲)

یہاں ت۱ = ۸۶ + ۴۶۰ = ۵۴۶° مطلق

$ت_{٢}$ = ١٤ + ٢٦٠ = ٢٧٤ء مطلق

$خ_{١}$ = ٣٩٠٫٥٥

∴ اخذ کردہ حرارت = ١٫١٢ × ٢٧٤ × لوک$_{e}$ (٥٤٦ / ٢٧٤) + (٢٧٤ × ٣٩٠٫٥٥) / ٥٤٦

− ١٫١٢ (٥٤٦ − ٢٧٤)

= ٧٥٫٠٨ + ٣٢٥٫٦٥ − ٨٠٫٦٤

= ٣٢٠٫٠٩ ب-ح-ا

دفعہ ٩٧ٔ (٣) سے

کیا ہوا کام = ($ت_{١}$ − $ت_{٢}$) (خ + $خ_{١}$ / $ت_{١}$) − $ت_{٢}$ خ لوک$_{e}$ ($ت_{١}$ / $ت_{٢}$)

= (٥٤٦ − ٢٧٤) (١٫١٢ + ٣٩٠٫٥٥ / ٥٤٦) − ١٫١٢ × ٢٧٤ لوک$_{e}$ (٥٤٦ / ٢٧٤)

= ٧٢ × ٢٫٠٢ − ٧٥٫٠٨

= ٧٠٫٣٦ ب-ح-ا

∴ کارکردگی کی قدر = ٣٢٠٫٠٩ / ٧٠٫٣٦ = ٥٫٩٧

(ب) دفعہ ٩٧ٔ (٥) سے

اخذ کردہ حرارت = خ $ت_{٢}$ لوک$_{e}$ ($ت_{١}$ / $ت_{٢}$) + (لا $خ_{١}$ / $ت_{١}$) · $ت_{٢}$ − خ ($ت_{١}$ − $ت_{٢}$)

= ٧٥٫٠٨ + ٠٫٦٩ × ٣٢٥٫٦٥ − ٨٠٫٦٤

= ٣٧٧٫٥٢ ب-ح-ا

دفعہ ٩٧ٔ (٦) سے

کیا ہوا کام = ($ت_{١}$ − $ت_{٢}$) (خ + لا $خ_{١}$ / $ت_{١}$) − $ت_{٢}$ · خ لوک$_{e}$ ($ت_{١}$ / $ت_{٢}$)

= ٧٢ (١٫١٢ + ٠٫٨١) − ٧٥٫٠٨

= ٦٣٫٨٨ ب-ح-ا

∴ کارکردگی کی قدر $= \frac{۳۷۷٫۵۲}{۶۳٫۸۸} = ۵٫۹۰$

مثال (۲) پھیلاؤ کواڑی کے بجائے پھیلاؤ استوانہ کا استعمال کر کے مثال (۱) حل کی جائے۔

(ا) دفعہ ۹۶ کی رو سے

اخذ کردہ حرارت $= \frac{خ_۲ \, ت_۲}{ت_۱} = \frac{۴۷۴ \times ۴۹۰٫۶۵}{۵۴۶}$

$= ۴۲۵٫۶۵$ ب-ح-ا

کیا ہوا کام $= \frac{خ_۱}{ت_۱}(ت_۱ - ت_۲) = \frac{۷۲ \times ۴۹۰٫۶۵}{۵۴۶}$

$= ۶۴٫۶۹$ ب-ح-ا

کارکردگی کی قدر $= \frac{۴۲۵٫۶۵}{۶۴٫۶۹} = ۶٫۵۸$

(ب) اخذ کردہ حرارت $= ۰٫۹ \times ۴۲۵٫۶۵ = ۳۸۳٫۰۸$ ب-ح-ا

کیا ہوا کام $= ۰٫۹ \times ۶۴٫۶۹ = ۵۸٫۲۲$ ب-ح-ا

کارکردگی کی قدر $= \frac{۳۸۳٫۰۸}{۵۸٫۲۲} = ۶٫۵۸$

(۱۶۶) واضح ہو کہ دفعہ ۹۶ کی رو سے ہر دو صورتوں میں کارکردگی کی قدر $\frac{ت_۲}{ت_۱ - ت_۲}$ ہے اور ہر صورت میں اخذ کردہ حرارت اور کیا ہوا کام علیحدہ علیحدہ معلوم کرنے کی کوئی ضرورت نہیں۔ یہاں پر صرف اس لیے کیا گیا تاکہ دوسری صورتوں سے مقابلہ ہو سکے (ملاحظہ صفحہ ۲۸۲)۔

مثال (۳) اِمسئلہ (۱) اور (۲) میں کے مشین میں فرض کرو کہ پچکاؤ کے شروع ہوتے وقت بخار عین خشک اور سیر شدہ ہے۔ کارکردگی کی قدر معلوم کرو

($خ_۱ = ۵۰۰٫۸$ اور $خ_۲ = ۵۷۷٫۴$ ب-ح-ا فی پونڈ)

پچکاؤ کے بعد کی تپش ($\text{ت}_{۳}$) دفعہ ۹۸، (۶) سے حاصل ہوتی ہے۔

$$\text{نخ}_{\text{د}}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۳}}{\text{ت}_{۱}}=\frac{\text{مخ}_{۲}}{\text{ت}_{۲}}-\text{نخ}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}}-\frac{\text{مخ}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}$$

$$\times۰٫۵۰۸\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۳}}{۵۴۶}=\frac{۵۷۷٫۴}{۴۷۴}-۱٫۱۲\times\text{لوک}_{\text{و}}\frac{۵۴۶}{۴۷۴}-\frac{۴۹۰٫۵}{۵۴۶}$$

$$۲٫۳۰۳\times۰٫۵۰۸\ \text{لوک}_{۱۰}\frac{\text{ت}_{۳}}{۵۴۶}=\frac{۵۷۷٫۴}{۴۷۴}-۲٫۳۰۳\times۱٫۱۲$$
$$\times\text{لوک}_{۱۰}\frac{۵۴۶}{۴۷۴}-\frac{۴۹۰٫۵}{۵۴۶}$$

$$۱٫۱۷\ \text{لوک}_{۱۰}\frac{\text{ت}_{۳}}{۵۴۶}=۱٫۲۱۸-۰٫۱۵۸-۰٫۸۹۸=۰٫۱۶۲$$

$$\therefore\ \text{لوک}_{۱۰}\text{ت}_{۲}-\text{لوک}_{۱۰}۵۴۶=\frac{۰٫۱۶۲}{۱٫۱۷}=۰٫۱۳۸۴$$

جس سے $\text{ت}_{۲}=۷۵۰٫۹^{\circ}$ مطلق۔

پھیلاؤ کواڑی کے ساتھ

$$\text{انجذب کردہ حرارت}=\text{مخ}_{۲}-\text{نخ}\,(\text{ت}_{۱}-\text{ت}_{۲})\quad\{\text{دفعہ ۹۹، (۱) سے}\}$$

$$=۵۷۷٫۴-۱٫۱۲\times۷۲$$

$$=۴۹۶٫۷۶\quad \text{ب-ح-ا}$$

دفعہ ۹۸، (۳) کی رو سے کیا ہوا کام

$$=(\text{ت}_{۱}-\text{ت}_{۲})\left(\text{نخ}+\frac{\text{مخ}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}\right)-\text{ت}_{۲}.\ \text{نخ}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۱}}{\text{ت}_{۲}}$$
$$+\ \text{نخ}_{\text{د}}\left(\text{ت}_{۳}-\text{ت}_{۱}-\text{ت}_{۲}\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{\text{ت}_{۳}}{\text{ت}_{۱}}\right)$$

$$=۷٫۳۶+۰٫۵۰۸\left(۷۵۰٫۹-۵۴۶-۴۷۴\ \text{لوک}_{\text{و}}\frac{۷۵۰٫۹}{۵۴۶}\right)$$

۲۷٫۳۳ + ۷۰٫۳۶ =

= ۹۷٫۶۹ ب-ح-ا

∴ کارکردگی کی قدر = $\frac{۴۹۶٫۷۶}{۹۷٫۶۹}$ = ۵٫۰۸

پھیلاؤ استوانہ کے ساتھ -

اخذ کردہ حرارت = $\frac{\text{مخ}_{۱}\,\text{ت}_{۲}}{\text{ت}_{۱}} + \text{ت}_{۲}\,\text{مخ}_{\text{و}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\,\frac{\text{ت}_{۳}}{\text{ت}_{۱}}$ {دفعہ ۹۸(۱) سے}

= $\frac{۳۷٫۴ \times ۳۹٫۰۵}{۵۴۶} + ۳۷٫۴ \times ۰٫۵۰۸\,\text{لوک}_{\text{و}}\,\frac{۷۵٫۰۹}{۵۴۶}$

= ۷۶٫۷۶ + ۴۲۵٫۶۵

= ۵۰۲٫۴۱ ب-ح-ا

(۱۹۷) کیا ہوا کام -

= $\frac{\text{مخ}_{۱}}{\text{ت}_{۱}}(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) + \text{مخ}_{\text{و}}(\text{ت}_{۳} - \text{ت}_{۱}) - \text{ت}_{۲}\,\text{مخ}_{\text{و}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\,\frac{\text{ت}_{۳}}{\text{ت}_{۱}}$

{دفعہ ۹۸، (۲) سے}

= $\frac{۷۲ \times ۳۹٫۰۵}{۵۴۶} + ۰٫۵۰۸ \times (۵۴۶ - ۷۸٫۰۹)$

$- ۳۷٫۴ \times ۰٫۵۰۸\,\text{لوک}_{\text{و}}\,\frac{۷۵٫۰۹}{۵۴۶}$

= ۲۷٫۳۳ + ۶۴٫۶۹

= ۹۲٫۰۲ ب-ح-ا

∴ کارکردگی کی قدر = $\frac{۵۰۲٫۴۱}{۹۲٫۰۲}$ = ۵٫۴۵

مقابلہ کرنے میں سہولت کے لیے امثلۂ بالا کے نتائج جدول کی صورت میں حسبِ ذیل ہیں -

	حالت پچکاؤ کے ختم پر	اخذ کردہ حرارت ب - ح - ا فی پونڈ	کیا ہوا کام ب - ح - ا فی پونڈ	کارکردگی کی قدر
پھیلاؤ کواڑی	خشک اور سیر شدہ	۴۲۰٫۰۹	۷۰٫۳۶	۵٫۹۷
" "	۹۰ فیصد خشک	۳۷۷٫۵۲	۶۳٫۸۸	۵٫۹۰
" "	۵۰٫۹°ف تک سُپر گرم	۴۹۶٫۷۶	۹۷٫۶۹	۵٫۰۸
پھیلاؤ استوانہ	خشک اور سیر شدہ	۴۲۵٫۶۵	۶۴٫۶۹	۶٫۵۸
" "	۹۰ فیصد خشک	۳۸۳٫۰۸	۵۸٫۲۲	۶٫۵۸
" "	۵۰٫۹°ف تک سُپر گرم	۵۰۲٫۴۱	۹۲٫۰۲	۵٫۴۵

یہ معلوم ہوگا کہ کارکردگی کی قدر سب سے زیادہ اس وقت ہوتی ہے جبکہ پچکاؤ کے ختم پر تبریدی عامل عین خشک اور سیر شدہ ہو۔ پچکاؤ کے دوران میں پُر گرانے کو جائز رکھیں تو پچکانے کے لیے کام کے بہت زیادہ خرچ سے تبرید کی مقدار بڑھ جاتی ہے اس لیے کارکردگی کی قدر میں تخفیف ہوتی ہے پچکاؤ کی حرارت سے فشارندہ کے دیواروں کی تپش میں اضافہ ہوتا ہے اور لبعد میں داخل ہونے والا سرد بخار کا بھرن حرارت کو جذب کر کے پھیلتا ہے جس کی وجہ بھرن کی مقدار تھوڑی ہونے سے فی دور تبرید میں کمی ہو جائیگی اگرچہ کہ جدول میں بتلایا گیا کہ فی پونڈ تبرید کی مقدار زیادہ ہوگی۔

مثال ۴- ایک امونیا کے پچکاؤ کے تبریدی مشین میں تبرید کی مقدار ۲۴°ف سے اور ۲۵٫۴ ٹن برف کی تیاری فی ۲۴ گھنٹے ہے۔ اگر فشارندہ میں تپش کے حدود ۷۵°ف اور -۵°ف ہوں تو دور کو کامل تصور کر کے فشارندہ کی اسپی طاقت دریافت کرو۔

$$\text{کامل مشین کی کارکردگی کی قدر} = \frac{ت_2}{ت_1 - ت_2}$$

$$= \frac{۴۵۵}{۸۰} = ۵٫۶۸۷$$

(۱۶۸) برف کی حرارت مخفی ۱۴۲ ب-ح-ا فی پونڈ لی جائے تو فی منٹ حرارت جو اخذ کرنی ہوگی

$$= \frac{۱۴۲ \times ۲۲۴۰ \times ۲۵}{۶۰ \times ۲۴} = ۵۵۶۰ \text{ ب-ح-ا}$$

$$\text{اب } \frac{ح}{ک} = ۵٫۶۸۷$$

∴ کیا ہوا کام فی منٹ کے = $\frac{۵۵۶۰}{۵٫۶۸۷} \times ۷۷۸$ فٹ پونڈ

$$\text{اور اسپی طاقت} = \frac{۷۷۸ \times ۵۵۶۰}{۳۳۰۰۰ \times ۵٫۶۸۷} = ۲۳٫۴ \text{ ا-ط}$$

نوٹ۔ واضح ہو کہ ایک حقیقی مشین کی کارکردگی کی قدر ایک تصوری مشین کی ۶۰ تا ۷۰ فیصد ہوگی۔ مندرجۂ بالا بچکاؤ کے لیے تقریباً $\frac{۲۳٫۴}{۰٫۶} = ۳۷$ ب-ا-ط کا انجن مطلوب ہوگا۔

۱۰۰- تبریدی عامل کا انتخاب

ایک بخار کے بچکاؤ کے مشین کے لیے مائع کے انتخاب میں اہم ترین خواص جو قابل غور ہیں وہ بخار کا حجم نوعی، تبخیر کی حرارت مخفی اور مائع کی حرارتِ نوعی ہیں۔ تصوری مائع کی حرارت مخفی بہت زیادہ اور حرارت نوعی بہت کم ہوتی ہے، اور خفیف دباؤ پر حجم نوعی کم ہوگا۔ کسی مائع میں یہ تمام خواص نہیں پائے جاتے اور عملاً ذیل کے تین عاملوں میں سے ایک کا استعمال ہوتا ہے۔ کاربن ڈائی آکسائیڈ (CO_2)، امونیا (NH_3) اور سلفر ڈائی آکسائیڈ (SO_2)۔[1]

مندرجۂ ذیل جدول میں ان تینوں عاملوں کے درمیان ۵° ف کی تپش کی ادنیٰ اتر حد کے لیے مقابلہ کیا گیا ہے۔

[1] د، خ، اور حجم کی قیمتیں "ٹکنیکل تھرموڈائنامکس" مصنفہ ڈاکٹر زیونر۔ اے کانسٹبل اینڈ کو میں دیے ہوئے جداول سے حاصل کی گئی ہیں۔

عامل	دباؤ پونڈ فی مربع انچ مطلق د ۵° ف پر	حرارت مخفی ب ح ا فی پونڈ خ ۵° ف پر	حجم نوعی مکعب فٹ فی پونڈ حسم ۵° ف پر	تکمنہ تبرید فی مکعب فٹ خ / حسم	پچکاؤ کی نسبت حسب اضافی حسم ۱ / خ
CO_2	۳۳۴	۱۱۵٫۲۵	۰٫۲۶۶	۲۳٫۶۶ (بہترین)	۱ (بہترین)
NH_3	۳۳٫۶۶	۵۸۳٫۱۰ (بہترین)	۸٫۳۹	۶۹٫۳	۶٫۳۶
SO_2	۱۱٫۴۶	۱۶۹٫۴	۶٫۴۹	۲۶٫۱	۱۶٫۶۰

مندرجۂ بالا جدول سے ظاہر ہے کہ CO_2 اور NH_3 دونوں سے SO_2 ادنیٰ ہے، اور CO_2 کا مشین سب سے چھوٹا ہوتا ہے اور تکمنہ تبرید فی مکعب فٹ بخار، سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ مزید مقابلوں کی ضرورت ہے۔ اگر تپش کی بلند ترحد ۸۶° ف لی جائے تو جداول کے دیکھنے سے معلوم ہوتا ہے کہ اس تپش پر CO_2 کے بخار کا دباؤ ۱۰۴۰ پونڈ فی مربع انچ ہوگا اور NH_3 کا ۱۸۰ پونڈ فی مربع انچ اور SO_2 کا ۶۷ پونڈ فی مربع انچ۔ لہٰذا اگرچہ CO_2 کا مشین سب سے چھوٹا ہوتا ہے لیکن پچکاؤ کا دباؤ بہت شدید (خصوصاً حارّات میں جہاں اعظم تپش ۸۶° ف سے زیادہ ہوسکتی ہے) جس کی وجہ میکانی جزئیات پر زیادہ توجہ کی ضرورت ہوگی۔ NH_3 کی صورت میں دباؤ کی وسعت (۳۳٫۶۷ تا ۱۸۰) اوسط درجہ کی ہوتی ہے اور عام استعمال کے لیے مناسب ہے، لیکن اس صورت میں مشین کا
(۱۶۹) کوئی کا ئی حصہ تانبے اور پیتل کا نہ ہونا چاہیے خوش قسمتی سے اس کا کوئی عمل لوہے پر نہیں ہوتا اور اس کے برخلاف CO_2 کا کوئی کیمیائی عمل لوہے، تانبے اور پیتل پر نہیں۔

دفعہ ۹۷ میں بیان ہو چکا ہے کہ تقریباً تمام بخار کے پچکاؤ مشین میں پھیلاؤ استوانہ نہیں بلکہ پھیلاؤ کواڑی استعمال کرتے ہیں۔ تبرید کا نقصان حرارت کی اس مقدار کے سبب ہوتا ہے جو مائع کے ساتھ کواڑی میں سے ہوکر سردہ میں بہہ جاتی ہے اور حسب دفعہ ۹۸ شکل ۸۵ میں رقبہ ی ل ن پ سے

یہ تعبیر ہوتی ہے اور سخ (ت۱ - ت۲) کے مساوی ہے۔ حرارتِ نوعی جتنی زیادہ ہوگی اتنا ہی یہ نقصان زیادہ ہوگا۔ ذیل کی جدول میں زیر بحث تینوں عاملوں سے جو نقصان ہوتا ہے بتلایا گیا ہے اور تپش کے حدود اس غرض کے لیے ۸۶° ف اور ۴۰° ف لیے گئے۔

عامل	حرارت جو مائع میں لے جائی گئی (ح۱ - ح۲)	حرارت مخفی ۸۶° ف پر خ	ممکنہ تبرید خ - (ح۱ - ح۲)	متناسب نقصان (ح۱ - ح۲) / خ
CO_2	۵۴٫۴۵	۱۱۰٫۶۵	۵۶٫۲۰	۰٫۴۹
NH_3	۷۹٫۵۶	۵۷۷٫۴	۴۸۷٫۹۴	۰٫۱۳۷
SO_2	۲۳٫۲۳	۱۶۸٫۱۸	۱۴۵٫۹۵	۰٫۱۳۸

اس جدول سے ظاہر ہے کہ CO_2 کی صورت میں متناسب نقصان بہ نسبت دوسرے دونوں عاملوں کے بہت زیادہ ہے اور ان تینوں میں امونیا بہترین ہے۔ اور یہ بھی واضح ہو کہ امونیا اور سلفر ڈائی آکسائیڈ کی صورت میں رساؤ ان کی بُو سے بہ آسانی معلوم کیا جا سکتا ہے۔

امثلہ نمبری (۷)

(۱) ایک کامل متعاکس حراری انجن کے ذریعہ ۷۰° ف پر کے پانی سے ۳۲° ف پر کا برف بنایا جاتا ہے۔ آب شور یا انجمادی آمیزہ کی تپش ۱۲° ف۔ کتنے پونڈ برف ۳۲° ف پر فی ہ۔ ا۔ ط گھنٹہ بنایا جا سکتا ہے۔ (برف کی حرارتِ مخفی ۱۴۲ ب۔ ح۔ ا۔ فی پونڈ ہے)۔

(۲) اگر ایک بل کولمن کے تبریدی مشین میں پچکاؤ کا دباؤ ۶۰ پونڈ فی مربع انچ

گیج سے ہو اور چوس دباؤ ۱۵ پونڈ مطلق ہو تو مشین میں کی ادنی ترین تپش دریافت کرو اگر بچپکاؤ کے بعد ہوا ۶۰° ف تک ٹھنڈی کی جائے۔ کارکردگی کی قدر کیا ہوگی اور کتنا برف ۲۲° ف سے اور ۳۲° ف پر فی ہ-ا-ط گھنٹہ بنایا جاسکتا ہے۔

(۳) ایک کامل متعاکس حراراتی انجن کی کم از کم اسپا طاقت کیا ہوگی جس کے ذریعہ ۱۲۰۰ پونڈ برف ۲۵° ف پر ۶۰° ف پر کے پانی سے بنایا جاسکے (برف کی حرارت نوعی ۰٫۵ اور حرارت مخفی ۱۴۲ ب-ح-ا فی پونڈ)

(۴) ایک امونیا کے تبریدی مشین میں مبردہ میں کی تپش ۱۵° ف ہے اور بچپکاؤ کے بعد ۹۰° ف۔ مکثفہ میں بخار کی تکثیف ۹۰° ف پر ہونے کے بعد وہ پھیلاؤ کواڑی میں سے گذرتا ہے۔ کارکردگی کی قدر دریافت کرو جبکہ حرناگذار بچپکاؤ کے ختم پر بخار (ا) عین خشک اور سیرشدہ ہو (ب) ۸۵ فیصد خشک ہو۔ مائع امونیا کی حرارت نوعی ۱٫۱ اور تبخیر کی حرارت مخفی ۵۶۲ - ۰٫۸ت° ف لیے جائیں۔

(۵) بجائے پھیلاؤ کواڑی کے پھیلاؤ استوانہ استعمال کرکے مسئلہ ۴ حل کیا جائے۔

(۶) اگر مسئلہ ۴ میں بچپکاؤ کی ابتدا میں امونیا عین خشک اور سیرشدہ ہو تو کارکردگی کی قدر دریافت کرو (ا) جبکہ پھیلاؤ کواڑی استعمال کی جائے (ب) جبکہ پھیلاؤ استوانہ استعمال کیا جائے۔

(فرض کرو غ = ۰٫۵۰۸)

(۷) ایک بخار کا بچپک مشین ۵۰° ف پر کے پانی سے ۱۸° ف پر کا ۵۰ ٹن برف فی ۲۴ گھنٹے بناتا ہے۔ اگر فشارندہ میں تپش کے حدود ۸۰° ف اور ۱۰° ف ہوں تو فشارندہ کی اسپی طاقت دور کو کامل تصور کرکے معلوم کرو۔

(۸) مائع امونیا اور خشک سیرشدہ بخار کی ناکارگی کے تقریبی جملے (۱۶۰)
حسب ذیل ہیں۔ مائع ۰٫۰۰۱۸۴ لو (ت - ۳۲)، بخار ۱٫۱۵۸ - ۰٫۰۰۱۹۲ × (ت - ۳۲)، ت تپش فرنہیٹ پیمانہ پر ہے۔ متناظر جملے ا + ب ستم کی صورت کے معلوم کرو جہاں ستم تپش مئی پیمانہ پر ہے۔ تپشوں ۴° ف اور ۷۷° ف

(-۰ٔ۱م اور ۲۵ٔم) کے درمیان طہ - فہ کا تختہ بناؤ-ان حدود کے درمیان متعاکس رینکن کے دور پر کام کرنے والے مبردہ کی کارکردگی کی قدر معلوم کرو جبکہ پچکاؤ کے ختم پر بخار ۵ فیصد تر ہو-اگر حقیقی عمل مندرجۂ بالا تصوری صورت میں کی مقدار کا ۰.۶۶ ہو تو نقطۂ انجماد پر کے پانی سے فی اسپی طاقت گھنٹہ کتنے پونڈ برف بنیگا-برف کی حرارت مخفی ۱۴۴ ب-ح-۱ٔ(۸۰ م-ح-۱)-

(جامعۂ لندن)

آٹھواں باب (۱۷۱)

منفذوں اور ٹونٹیوں میں سے بھاپ کا بہاؤ[1]

۱۰۱۔ منفذ میں سے حرناگزار بہاؤ ـــــ فرض کرو منفذ کے کنارے صاف طور پر گول کئے ہوئے ہیں اس طرح کہ بھاپ کی دھار کی عمودی تراشش کا اقل رقبہ وہی ہے جو منفذ کا ہے اور بہاؤ کے دوران میں رگڑ کی مزاحمت پیش نہیں آتی۔ فرض کرو منفذ کے دونوں جانبوں پر کے دباؤ د$_1$ اور د$_2$ سے تعبیر ہوتے ہیں یعنے فرض کرو ایک ظرف میں کی بھاپ جس میں دباؤ د$_1$ قائم رکھا جاتا ہے حالت سکون سے منفذ میں سے ہوکر دوسرے د$_2$ دباؤ والے ظرف میں بہتی ہے۔ ایک انجن کے فشارہ پر کام کرنے کے بجائے بھاپ خود پر کام کر کے توانائی بالفعل پیدا کرتی ہے۔ بھاپ کی توانائی بالفعل حرارتی اکائیوں میں فی پونڈ جو منفذ سے نکلتی ہے حرارت کے اُس فرق کے مساوی ہوگی جو قبل پھیلاؤ اور بعد پھیلاؤ کے درمیان ہے۔

---

[1] ۔ جو نظریہ اس باب میں ہے وہ رسمی ہے اور اُس میں سُپر سیری کے متعلق جدید معلومات کی روشنی میں ترمیم کی ضرورت ہے۔ گوڈی کی "بھاپ ترین" باب ۹ کا مطالعہ کیا جائے۔

فرض کرو بھاپ کی دھار کی رفتار سا فٹ فی ثانیہ ہے، تب

$$\text{توانائی بالفعل} = \frac{\text{سا}^2}{۲\,\text{ج جو}} = \text{ح}_1 + \text{لا}_1\,\text{مخ}_1 - (\text{ح}_2 + \text{لا}_2\,\text{مخ}_2) \quad ......(۱)$$

جہاں لا_1 اور لا_2 ابتدائی اور آخری خشکی کی کسریں علی الترتیب ہیں۔

اب $$\text{لا}_2 = \frac{\text{ت}_2}{\text{مخ}_2}\left(\frac{\text{لا}_1\,\text{مخ}_1}{\text{ت}_1} + \text{لوکو}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}\right) \quad ...(۳)\ \text{دفعہ}\ (۴۲)$$

پانی کی حرارتِ نوعی مستقل اور ایک کے مساوی فرض کریں تو

$$\frac{\text{سا}^2}{۲\,\text{ج جو}} = \text{ح}_1 - \text{ح}_2 + \text{لا}_1\,\text{مخ}_1 - \text{لا}_2\,\text{مخ}_2$$

$$= (\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(۱ + \frac{\text{لا}_1\,\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2\,\text{لوکو}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} \quad ....(۲)$$

لہذا توانائی بالفعل رنکین کے دور پر کیے ہوئے کام کے مساوی ہوتی ہے، اور بھاپ کی رفتار۔

$$\text{سا} = \sqrt{۲\,\text{ج جو}\left\{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(۱ + \frac{\text{لا}_1\,\text{مخ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2\,\text{لوکو}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}\right\}} \quad ....(۳)$$

یا $$\text{سا} = \sqrt{۲\,\text{ج جو}\ (\text{حرنا گذار حرارت میں گراؤ})} \quad ....(۳\text{ا})$$ مولیئر کے نقشہ کے استعمال کے لیے

رفتار دباؤں کے رقوم میں بھی تقریباً ظاہر کی جا سکتی ہے۔

$$\frac{\text{سا}^2}{۲\,\text{ج}} = \frac{\text{ن}}{\text{ن}-۱}\left(\text{د}_1\,\text{حم}_1 - \text{د}_2\,\text{حم}_2\right) \quad ....\ \text{ملاحظہ ہو (۶) دفعہ (۵۳)}$$

اب پھیلاؤ کلیہ $\text{د}\,\text{حم}^{\text{ن}} = \text{مستقل}$ کی اتباع کرتا ہے لہذا دفعہ (۱۲) سے (۱۷۲)

$$\frac{\text{س}^{2}}{\text{۲ج}} = \frac{\text{ن}}{\text{ن}-\text{۱}} \cdot \text{د}_{1}\,\text{حم}_{1}\left\{\text{۱} - \left(\frac{\text{د}_{2}}{\text{د}_{1}}\right)^{\frac{\text{ن}-\text{۱}}{\text{ن}}}\right\} \qquad \text{(۴)}$$

$$\text{س} = \sqrt{\text{۲ج} \cdot \frac{\text{ن}}{\text{ن}-\text{۱}} \cdot \text{د}_{1}\,\text{حم}_{1}\left\{\text{۱} - \left(\frac{\text{د}_{2}}{\text{د}_{1}}\right)^{\frac{\text{ن}-\text{۱}}{\text{ن}}}\right\}} \qquad \text{(۵)}$$

(۵) میں د_{1} اور د_{2} ابتدائی اور آخری دباؤں کو پونڈ فی مربع فٹ میں علی الترتیب تعبیر کرتے ہیں اور حم_{1} بھاپ کا حجم نوعی دباؤ د_{1} پر مکعب فٹ میں۔ بھاپ اگر ابتداءً خشک سیر شدہ ہو تو ن کی قیمت حرنا گذار پھیلاؤ کے لیے ۱۳۵ء۱ ہوگی (دفعہ ۵۰)۔

۱۰۲- فی ثانیہ خارج شدہ بھاپ کا وزن ——

فرض کرو ا منفذ کا رقبہ مربع فٹ میں ہے اور دباؤ د_{2} پر حجم فی پونڈ حم_{2}، تب خارج شدہ وزن فی ثانیہ

$$\text{و} = \frac{\text{ا س}}{\text{حم}_{2}} \qquad \text{(۱)}$$

$$\text{اب} \quad \text{حم}_{2} = \text{حم}_{1}\left(\frac{\text{د}_{1}}{\text{د}_{2}}\right)^{\frac{1}{\text{ن}}}$$

$$\text{لہذا} \quad \text{و} = \frac{\text{ا}}{\text{حم}_{1}\left(\frac{\text{د}_{1}}{\text{د}_{2}}\right)^{\frac{1}{\text{ن}}}} \sqrt{\text{۲ج} \cdot \frac{\text{ن}}{\text{ن}-\text{۱}} \cdot \text{د}_{1}\,\text{حم}_{1}\left\{\text{۱} - \left(\frac{\text{د}_{2}}{\text{د}_{1}}\right)^{\frac{\text{ن}-\text{۱}}{\text{ن}}}\right\}}$$

$$\text{ا}_۱ = \sqrt{\text{۲ج} \cdot \frac{\text{ن}}{\text{ن}-۱} \cdot \frac{\text{حم}_۱ \left\{ ۱ - \left(\frac{\text{د}_۲}{\text{د}_۱}\right)^{\frac{\text{ن}-۱}{\text{ن}}} \right\}}{\text{حم}_۱^۲ \cdot \left(\frac{\text{د}_۱}{\text{د}_۲}\right)^{\frac{۲}{\text{ن}}}}}$$

$$\text{ا}_۱ = \sqrt{\text{۲ج} \cdot \frac{\text{ن}}{\text{ن}-۱} \cdot \frac{\text{د}_۱}{\text{حم}_۱} \left\{ \left(\frac{\text{د}_۲}{\text{د}_۱}\right)^{\frac{۲}{\text{ن}}} - \left(\frac{\text{د}_۲}{\text{د}_۱}\right)^{۱+\frac{۱}{\text{ن}}} \right\}} \quad \text{.....(۲)}$$

مساوات (۲) کے ذریعہ ۱ مربع فٹ رقبے کے منفذ میں سے خارج ہونیوالی بھاپ کا وزن پونڈ فی ثانیہ میں حاصل ہوتا ہے جبکہ کسی دیے ہوئے دباؤ کی قیمت میں $\text{د}_۱$ پونڈ فی مربع فٹ سے $\text{د}_۲$ تک تنزّل ہوتا ہے۔

اعظم اخراج ۔ اخراج اعظم ہوگا جبکہ مساوات (۲) میں علامت جذر کے تحت کا جملہ اعظم ہو، یعنے جبکہ

$$\left(\frac{\text{د}_۲}{\text{د}_۱}\right)^{\frac{۲}{\text{ن}}} - \left(\frac{\text{د}_۲}{\text{د}_۱}\right)^{۱+\frac{۱}{\text{ن}}} \ \text{اعظم ہو}$$

یہ اس وقت واقع ہوگا جبکہ $\frac{\text{ف}}{\text{فع}}\left(\text{ع}^{\frac{۲}{\text{ن}}} - \text{ع}^{۱+\frac{۱}{\text{ن}}}\right) = ۰$، جہاں $\text{ع} = \frac{\text{د}_۲}{\text{د}_۱}$

یعنے جبکہ $\frac{۲}{\text{ن}}\,\text{ع}^{\frac{۲}{\text{ن}}-۱} - \left(۱+\frac{۱}{\text{ن}}\right)\text{ع}^{\frac{۱}{\text{ن}}} = ۰$ (۱۶۳)

یا جبکہ $\text{ع} = \left(\frac{۲}{۱+\text{ن}}\right)^{\frac{\text{ن}}{\text{ن}-۱}}$ .... (۳)

(۳) کو (۲) میں درج کرنے سے اعظم اخراج کے لیے

$$\text{و} = \text{ا}_۱\sqrt{\text{۲ج} \cdot \frac{\text{ن}}{\text{ن}-۱} \cdot \frac{\text{د}_۱}{\text{حم}_۱} \left\{ \left(\frac{۲}{۱+\text{ن}}\right)^{\frac{۲}{\text{ن}} \cdot \frac{\text{ن}}{\text{ن}-۱}} - \left(\frac{۲}{۱+\text{ن}}\right)^{\frac{\text{ن}}{\text{ن}-۱} \cdot \frac{۱+\text{ن}}{\text{ن}}} \right\}} \quad \text{..(۴)}$$

ن = ۱٫۱۳۵ درج کرنے سے $\frac{د_۲}{د_۱}$ = ۰٫۵۷۷ (۳) سے اور ج کی قیمت ۳۲٫۲ لیں تو

$$و = ۳٫۶۰ \sqrt{\frac{د_۱}{حم_۱}} \qquad (۵)$$

یا

$$و = ۴۳٫۲ \sqrt{\frac{د_۱}{حم_۱}} \qquad (۶)$$

جہاں $د_۱$ ابتدائی دباؤ ہے پونڈ فی مربع انچ میں

مندرجۂ بالا $\frac{د_۲}{د_۱}$ کی قیمت یعنی ۰٫۵۷۷ اس بھاپ کے لیے ہے جو ابتداءً خشک اور سیر شدہ ہو۔ کسی دوسری صورت میں ن کی قیمت زینور کی مساوات (دفعہ ۵۰) سے حاصل ہو سکتی ہے۔ اگر یہ عمل کئی ابتدائی خشکی کی کسروں کے لیے جو ۱ سے ۰٫۷۵ تک بدلتی ہیں کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ $\frac{د_۲}{د_۱}$ کی قیمت تقریباً ۰٫۵۸ ہوگی اس لیے یہ نسبت سیر شدہ بھاپ کی ان تمام صورتوں میں استعمال کی جا سکتی ہے جو عمل میں آتے ہیں۔

جبکہ $\frac{د_۲}{د_۱} = \left(\frac{۲}{ن+۱}\right)^{\frac{ن}{ن-۱}}$ تو اعظم رفتار دفعہ ۱۰۱، (۵) سے حسب ذیل ہوگی

$$س = \sqrt{۲ج \frac{ن}{ن-۱} د_۱ حم_۱ \left\{۱ - \left(\frac{د_۲}{د_۱}\right)^{\frac{ن-۱}{ن}}\right\}}$$

$$= \sqrt{۲ج \frac{ن}{ن-۱} د_۱ حم_۱ \left\{۱ - \frac{۲}{ن+۱}\right\}}$$

$$= \sqrt{۲ ج \cdot \frac{ن}{ن+۱} \cdot د_۱ حم_۱} \quad \ldots\ldots (۷)$$

اس بھاپ کے لیے جو ابتداءً خشک ہو ن = ۱٫۱۳۵، اور ج کی قیمت ۳۲٫۲ لینے سے

$$م = ۵٫۸۵ \sqrt{د_۱ حم_۱} \quad \ldots\ldots (۸)$$

اگر د₁ ابتدائی دباؤ پونڈ فی مربع انچ میں ہو تو

$$م = ۷۰٫۲ \sqrt{د_۱ حم_۱} \quad \ldots\ldots (۹)$$

اعظم بہاؤ کے لیے (۵) میں دیے ہوئے جملہ کا استخراج (۸) کی رو سے (۱۸۴)
حسب ذیل ہے:-

$$و = \frac{۱ م}{حم_۲}$$

$$= \frac{۱ \times ۵٫۸۵ \sqrt{د_۱ حم_۱}}{حم_۱ \left(\frac{د_۲}{د_۱}\right)^{-\frac{۱}{ن}}}$$

$$= ۱ \times ۵٫۸۵ \sqrt{\frac{د_۱}{حم_۱} \cdot \left(\frac{د_۲}{د_۱}\right)^{\frac{۲}{ن}}}$$

$$= ۱ \times ۵٫۸۵ \sqrt{\frac{د_۱}{حم_۱} \cdot \left(\frac{۲}{۱+ن}\right)^{\frac{۲}{ن-۱}}}$$

$$= \text{ا} \times ۵٫۸۵ \sqrt{\frac{\text{د}_1}{\text{حم}_1} \times ۰٫۳۸۰}$$

$$= \text{ا} \times ۵٫۸۵ \times ۰٫۶۱۵ \sqrt{\frac{\text{د}_1}{\text{حم}_1}}$$

$$= ۳٫۶۰ \, \text{ا} \sqrt{\frac{\text{د}_1}{\text{حم}_1}}$$

۱۰۳ - بُرگرم بھاپ کا بہاؤ ——— مولیئر نقشہ کے ذریعہ

بہاؤ کی رفتار آسانی سے معلوم کی جاتی ہے اور اس کی غیر موجودگی میں حسب دفعہ (۱۰۲) مساوات (۴) کی رو سے معلوم کی جاسکتی ہے جس میں بُرگرم بھاپ کے لیے ن = ۱٫۳، چونکہ فی پونڈ بھاپ توانائی بالفعل اور رینکین کے دور پر کیا ہوا کام مساوی ہوتے ہیں لہٰذا مساوات (۱) دفعہ (۵۸) رفتار معلوم کرنے کے لیے استعمال کی جاسکتی ہے، جس صورت میں

$$\frac{\text{ر}^2}{۲\,\text{ج}\,\text{جو}} = (\text{ت}_2 - \text{ت}_3)\left(۱ + \frac{\text{غ}_1}{\text{ت}_1}\right) + \text{غ}_1 (\text{ت}_2 - \text{ت}_1)$$

$$- \text{ت}_2 \left(\text{لوک}_\text{و} \frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2} + \text{غ}_1 \, \text{لوک}_\text{و} \frac{\text{ت}_3}{\text{ت}_1}\right) \quad ......(۱)$$

اعظم اخراج کے لیے $\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1} = \left(\frac{۲}{۱+\text{ن}}\right)^{\frac{\text{ن}}{\text{ن}-۱}}$

بُرگرم بھاپ کے لیے ن = ۱٫۳ مندرج کرنے سے

$$\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1} = \left(\frac{۲}{۲٫۳}\right)^{\frac{۱٫۳}{۰٫۳}} = ۰٫۵۴۵ \quad .... (۲)$$

اعظم رفتار وہی ہوگی جو (۷)، دفعہ (۱۰۲) میں دی گئی، یعنے

$$\text{ر} = \sqrt{\text{۲ ج} \cdot \frac{\text{ن}}{\text{ن}+\text{۱}} \, \text{د}_{\text{۱}} \, \text{حم}_{\text{۱}}}$$

ن = ۱٫۳، اور ج = ۳۲٫۲ لینے سے

$$\text{ر} = \text{۶٫۰۳} \sqrt{\text{د}_{\text{۱}} \, \text{حم}_{\text{۱}}} \quad \ldots\ldots\ldots (\text{۳})$$

جہاں $\text{د}_{\text{۱}}$ ابتدائی دباؤ پونڈ فی مربع فٹ میں اور اگر $\text{دَ}_{\text{۱}}$ ابتدائی دباؤ پونڈ فی مربع انچ میں ہو تو،

$$\text{ر} = \text{۷۲٫۳۶} \sqrt{\text{دَ}_{\text{۱}} \, \text{حم}_{\text{۱}}} \quad \ldots\ldots\ldots (\text{۴})$$

(۱۷۵) اعظم بہاؤ حسب ذیل ہوگا۔

$$\text{و} = \frac{\text{ا ر}}{\text{حم}_{\text{۲}}}$$

$$= \frac{\text{ا} \times \text{۶٫۰۳} \sqrt{\text{د}_{\text{۱}} \, \text{حم}_{\text{۱}}}}{\text{حم}_{\text{۱}} \left(\frac{\text{د}_{\text{۱}}}{\text{د}_{\text{۲}}}\right)^{\frac{\text{۱}}{\text{ن}}}}$$

$$= \text{ا ۶٫۰۳} \sqrt{\frac{\text{د}_{\text{۱}}}{\text{حم}_{\text{۱}}} \cdot \left(\frac{\text{د}_{\text{۲}}}{\text{د}_{\text{۱}}}\right)^{\frac{\text{۲}}{\text{ن}}}}$$

$$= \text{ا ۶٫۰۳} \sqrt{\frac{\text{د}_{\text{۱}}}{\text{حم}_{\text{۱}}} \cdot \left(\frac{\text{۲}}{\text{۱}+\text{ن}}\right)^{\frac{\text{۲}}{\text{۱}-\text{ن}}}}$$

پُر گرم بھاپ کے لیے ن = ۱٫۳ درج کرنے سے

$$و = ۶٫۰۳ \times ۰٫۶۲۳۷ \sqrt{\frac{د_۱}{حم_۱}}$$

$$= ۳٫۷۸۶ \sqrt{\frac{د_۱}{حم_۱}} \quad \ldots\ldots (۵)$$

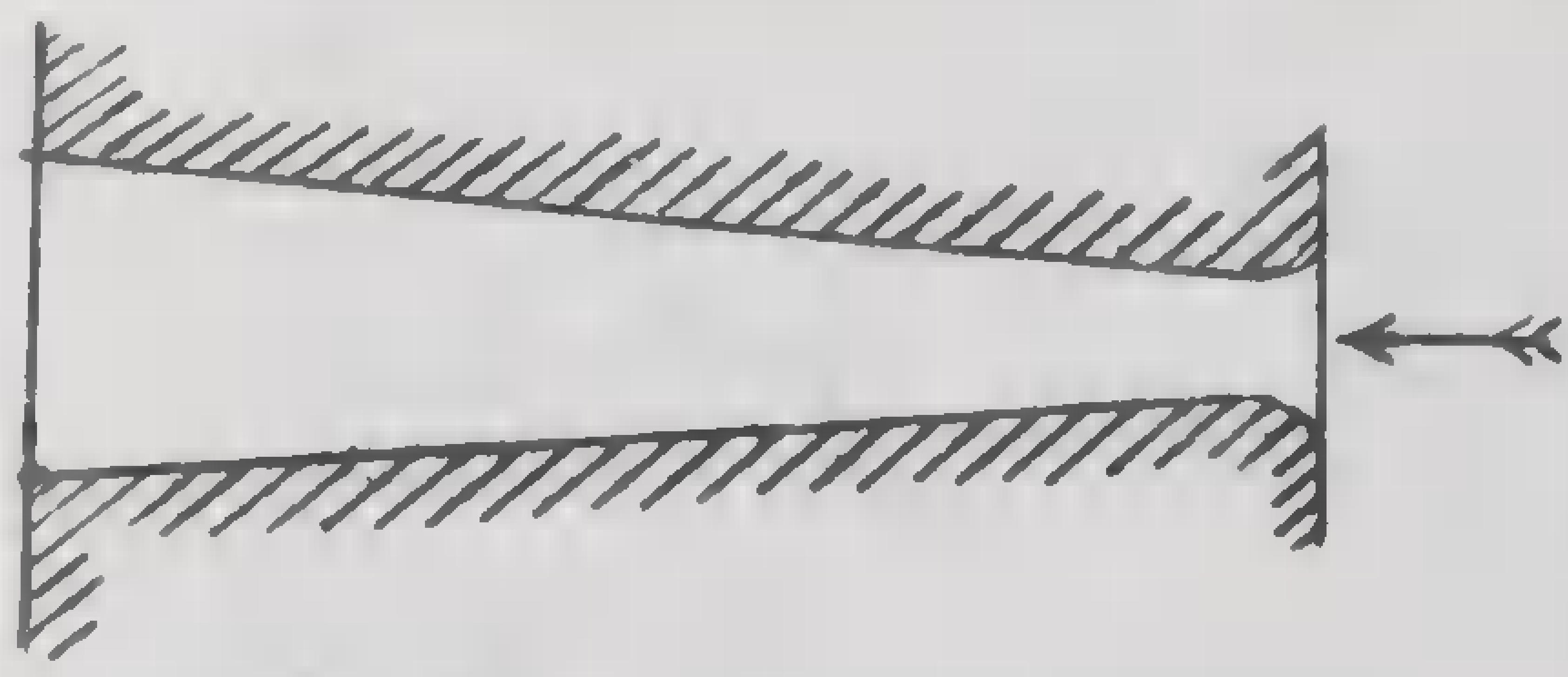
جہاں $د_۱$ پونڈ فی مربع فٹ میں ہے

$$یا \quad و = ۴۵٫۴۳ \sqrt{\frac{د_۱}{حم_۱}} \quad \ldots\ldots (۶)$$

جہاں $د_۱$ پونڈ فی مربع انچ میں ہے۔

۱۰۴- ٹونٹیوں میں سے بہاؤ — اُس منفذ کی صورت میں جہاں $د_۲$، ۰٫۵۸ $د_۱$ سے زیادہ ہو تو خارج ہونے والی بھاپ کی دھار کی رفتار (۳) یا (۵) دفعہ (۱۰۱) سے محسوب ہو سکتی ہے اور اخراج فی ثانیہ (۲) دفعہ (۱۰۲) سے۔ اگر اخراج ایسے خانہ میں ہو جس میں دباؤ ۰٫۵۸ $د_۱$ سے کم ہو تو بھاپ کی دھار کو قالبہ میں کے دباؤ تک پھیلنا ہوگا۔ دھار میں کا دباؤ جبکہ وہ منفذ سے نکلتی ہے تمام عملی اغراض کے لیے ۰٫۵۸ $د_۱$ کے مساوی ہوگا۔ اس مزید پھیلاؤ کی وجہ رفتار اور اس لیے توانائی بالفعل میں زیادتی ہوگی اگر دھار اپنی فطری شکل پر رہے۔ تربین میں عموماً بھاپ $\frac{د_۲}{د_۱}$ = ۰٫۵۸ کی نسبت سے جو دباؤ کی وسعت حاصل ہوتی ہے اس سے زیادہ وسعت تک پھیلائی جاتی ہے اور آخری عقبی دباؤ تک رفتار میں مسلسل زیادتی کرنے کے لیے منفذ متسع بنایا جاتا ہے ملاحظہ ہو شکل ۸۸۔ منفذ کا درآمد سرا حلق کہلاتا ہے

اس کے کنارے گول کر دیے جاتے ہیں۔ حلق سے اخراجی سرے تک ٹونٹی مخروطی شکل کی ہوتی ہے۔ ٹونٹی کی لانبائی اتنی ہونی چاہیے



شکل ۸۸

که دیے ہوئے درآمد اور برآمد دباؤوں کے لیے بھاپ سے پوری بھری ہوئی ہو اور توانائی بھنوروں کی وجہ ضائع نہ ہو۔ اگر ٹونٹی بہت چھوٹی ہو تو بھنور پیدا ہونگے اور اگر بہت لانبی ہو تو رگڑ کی مزاحمت بہت ہوگی۔ اس لیے بہترین طول عملی تجربہ سے تجویز کیا جائے۔ حلق اور اخراجی سرے کے قطر پہلے تجویز کیے جاتے ہیں اور لانبائی مقرر کرنے کے لیے ۲۰ میں ۱، سے ۱۲ میں ۱، تک کا ڈھلاؤ دیا جاتا ہے۔ (۱۹۶)

۱۰۵۔ ٹونٹیوں کی تجویز

ایک ٹونٹی کی تجویز میں سب سے پہلے اس کے حلق کا رقبہ معلوم کرنا ہوگا جبکہ اس میں سے گذرنے والی بھاپ کا وزن فی ثانیہ، اور درآمد اور برآمد دباؤ دیے گئے ہوں۔ دفعہ ۱۰۲، (۵) اور (۶) کی رو سے

$$ا_{ا} = \frac{و}{۳۰۶} \sqrt{\frac{حم_{ا}}{د_{ا}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

اس کے بعد ٹونٹی کے اخراجی سرے ($ا_{۲}$) کا رقبہ معلوم کرنا ہوگا جو دفعہ ۱۰۲، (۲) کی رُو سے حاصل ہو سکتا ہے۔

$$\text{ا}_{۲} = \frac{\text{و}}{\sqrt{۲\text{ج}\cdot\frac{\text{ن}}{\text{ن}-۱}\cdot\frac{\text{د}_{۱}}{\text{حم}_{۱}}\left\{\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{۲}{\text{ن}}}-\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{۱}{\text{ن}}+۱}\right\}}} \quad \text{......... (۲)}$$

یا اخراج کی رفتار مندرجۂ بالا طریقوں میں سے کسی ایک کے ذریعہ معلوم کی جا سکتی ہے اور رقبہ تب دفعہ ۱۰۲ (۱) کے ذریعہ معلوم ہوگا۔

ایک موزوں گاڈ دم یعنے ۱۲ میں ۱' انتخاب کریں تو ٹونٹی کی لانبائی حلق سے اخراجی سرے تک

$۶(\text{ق}_{۱}-\text{ق}_{۲})$ ہوگی

(۱) اور (۲) کی رو سے رقبوں کے درمیان نسبت یہ ہوگی۔

$$\frac{\text{ا}_{۲}}{\text{ا}_{۱}} = \frac{۳٫۶}{\sqrt{۶۴٫۴\times\frac{۱٫۱۳۵}{۰٫۱۳۵}\left\{\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{۲}{\text{ن}}}-\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{۱}{\text{ن}}+۱}\right\}}}$$

$$= \frac{۳٫۶}{۲۳٫۲\sqrt{\left\{\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{۲}{\text{ن}}}-\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{۱}{\text{ن}}+۱}\right\}}}$$

$$\therefore \frac{\text{ا}_{۲}}{\text{ا}_{۱}} = \frac{۰٫۱۵۵}{\sqrt{\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{۲}{\text{ن}}}-\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{۱}{\text{ن}}+۱}}} \quad \text{......... (۳)}$$

ا_2 معلوم کرنے کے بعد ا_2 معلوم کرنے کے لیے (۳) کا استعمال زیادہ آسان ہوگا بہ نسبت (۲) کے۔

۱۰۶۔ مولیئر نقشہ کا استعمال۔۔۔مولیئر نقشے کے ذریعہ جس کا بیان دفعہ ۸۴ میں ہو چکا ہے رفتار بہت آسانی کے ساتھ معلوم ہو سکتی اگر بہاؤ کو بلا رگڑ کے اور حرنا گذار مان لیں۔ "حرارت کا گراؤ" یا توانائی بالفعل اور رفتار شکل پر بائیں جانب دیے ہوئے انتصابی پیمانوں سے راست حاصل ہو سکتے ہیں۔ اس غرض کے لیے شکل کا استعمال ذیل کے امثلہ سے صاف ظاہر ہوگا۔

مثال (۱) ایک ظرف میں کی خشک بھاپ ایک ٹونٹی میں سے ۲۰۰ پونڈ سے ۱۴۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک پھیلتی ہے۔ بہاؤ کو بلا فرک کے اور حرنا گذار مان کر بھاپ کی دھار کی رفتار دریافت کرو۔ (۱۷۷)

دفعہ ۱۰۱، (۱) کی رو سے

$$\text{توانائی بالفعل } \frac{ر^2}{2\,ج\,جو} = (ح_1 + خ_1) - (ح_2 + لا_2\, خ_2)$$

خشکی کی کسر $لا_2 = ۰٫۹۷۴$ ہوگی اور بھاپ جداول کے ذریعہ۔

$$\therefore \frac{ر^2}{2\,ج\,جو} = (۱۱۹۸٫۱) - (۳۲۴٫۶ + ۰٫۹۷۴ \times ۸۶۷٫۶)$$

$$= ۱۱۹۸٫۱ - ۱۱۶۸٫۶$$

$$= ۲۹٫۵ \text{ ب۔ح۔ا}$$

$$\therefore ر = \sqrt{۲۹٫۵ \times ۷۷۸ \times ۶۴٫۴}$$

$$= ۱۲۱۵ \text{ فٹ فی ثانیہ}$$

دفعہ ۱۰۱، (۲) کے استعمال سے

$$\frac{سر^{۲}}{۲\,ج\,جو} = (۸۱۳ - ۸۴۲)\left(۱ + \frac{۸۴۳}{۸۴۲}\right)$$

$$- ۸۱۳ \; لوگ_{و} \frac{۸۴۲}{۸۱۳}$$

$$= ۲ \times ۲۹ - ۲۸٫۴۵$$

$$= ۲۹٫۵۵ \; ب\text{-}ح\text{-}ا$$

جو مندرجۂ بالا قیمت سے بہت مطابقت کرتا ہے۔

دفعہ ۱۰۱ (۵) کے ذریعے (چونکہ $د_{۲}$ ۰٫۵۸ $د_{۱}$ سے زیادہ ہے)

$$سر = \sqrt{۶۴٫۴ \times \frac{۱٫۱۳۵}{۱ - ۱٫۱۳۵} \times ۲۰۰ \times ۱۴۴ \times ۲٫۲۹ \left\{\left(\frac{۱۴۰}{۲۰۰}\right)^{\frac{۰٫۱۳۵}{۱٫۱۳۵}} - ۱\right\}}$$

$$= \sqrt{۶۴٫۴ \times \frac{۱٫۱۳۵}{۰٫۱۳۵} \times ۲۸۸۰۰ \times ۲٫۲۹ \left\{۱ - ۰٫۹۶۰\right\}}$$

= ۱۲۰۷ فٹ فی سکنڈ

مولیئر شکل کے ذریعہ رفتار راست طور پر ۱۲۰۰ فٹ فی ثانیہ حاصل ہوگی۔

مثال (۲) ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق کے تحت کی خشک بھاپ ۵ پونڈ مطلق تک پھیلتی ہے۔ ٹونٹی کے صدر الجاو معلوم کرو جبکہ اخراج ۶۰ پونڈ فی منٹ ہو۔

دفعہ ۱۰۲ (۶) کی رو سے حلق کا رقبہ

$$ا_{۱} = \frac{۱}{۴۳٫۲} \times \sqrt{\frac{۲٫۲۹}{۲۰۰}}$$

= ۰٫۰۰۲۴۷ مربع فٹ یا ۰٫۳۵۵ مربع انچ

دفعہ ۱۰۵(۳) کی رو سے

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{0.155}{\sqrt{\left(\frac{5}{200}\right)^{\frac{2}{1.135}} - \left(\frac{5}{200}\right)^{\frac{2.135}{1.135}}}}$$

$$= \frac{0.155}{\sqrt{(0.025)^{1.762} - (0.025)^{1.881}}} = 6.81$$

لہذا $a_2 = 6.81 \times 0.355 = 2.417$ مربع انچ

متبادل حل — مولیئر شکل کے ذریعہ ہم نے معلوم کیا کہ حرارت کا (۱۷۸)
گراؤ ۲۵۳ ب۔ح۔ا ہے، اخراج کی رفتار ۳۵۶۰ فٹ فی ثانیہ، اور خشکی کی کسر ۰٫۸۱۵ ہے۔ بھاپ جداول کے ذریعہ ۵ پونڈ مطلق کے تحت ایک پونڈ خشک بھاپ کا حجم ۷۳٫۳۳ مکعب فٹ ہوتا ہے، لہذا فی پونڈ بھاپ کا حجم جو خارج ہوتی ہے (پانی کے حجم کو نظر انداز کردینے سے)

۰٫۸۱۵ × ۷۳٫۳۳ مکعب فٹ ہے

پس $3560\, a_2 = 0.815 \times 73.33$

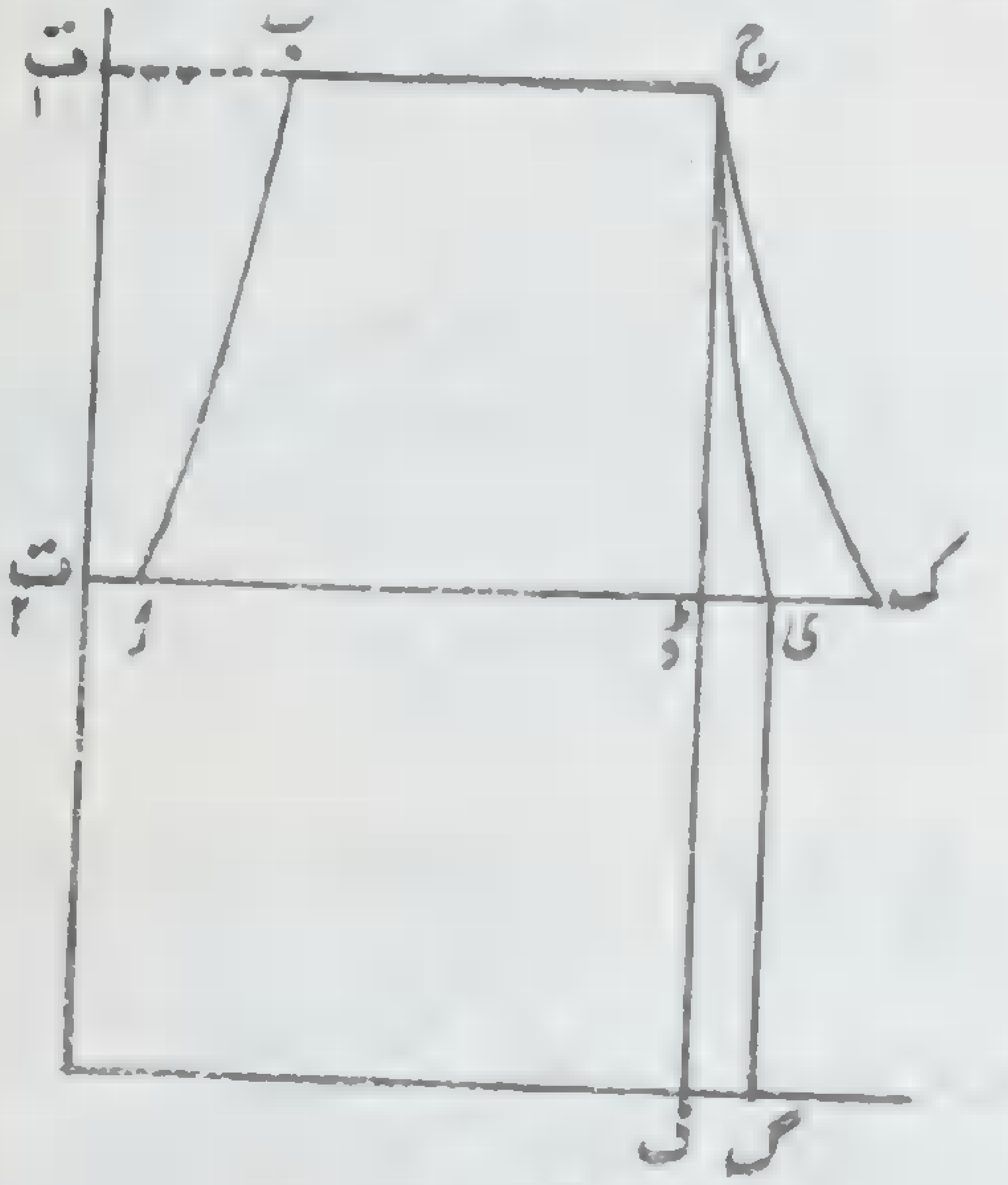
$$a_2 = \frac{0.815 \times 73.33}{3560}$$

= ۰٫۰۱۶۷۸ مربع فٹ یا ۲٫۴۱۶ مربع انچ

۱۰۷۔ بھاپ کے بہاؤ پر رگڑ کا اثر

— سابق دفعات میں یہ فرض کیا گیا تھا کہ بہاؤ بغیر رگڑ کے اور حر ناگذار ہے۔ لیکن حقیقتاً بھاپ اور ٹونٹی کے بازوؤں کے درمیان خود بھاپ کے ذرات کے

درمیان بھی رگڑ کی مزاحمت واقع ہوتی ہے اور غور کردہ نظریہ میں بھاپ کی توانائی بالفعل تپش ناکارگی کی شکل پر (شکل ۸۹) رقبہ اب ج ڈ سے تعبیر ہوتی ہے۔ اور حقیقی توانائی بالفعل اس مقدار سے کم ہوگی چونکہ کچھ توانائی رگڑ کی مزاحمت پر غالب



شکل ۸۹

آنے میں ضائع ہوتی ہے۔ توانائی جو اس طرح ضائع ہوگی اس کو حرارت کی صورت میں بھاپ جذب کرلیگی جس کی وجہ سے ٹونٹی سے نکلتے وقت بھاپ زیادہ خشک ہوگی بہ نسبت اس بھاپ کے جس کا بہاؤ بغیر رگڑ کے ہو۔ یا دوسرے الفاظ میں ٹونٹی چھوڑتے وقت بھاپ میں زیادہ حرارت اور کم توانائی بالفعل ہوگی بہ نسبت تصوری صورت کے جبکہ رگڑ کی مزاحمت کچھ نہ ہو۔

پھیلاؤ کے ختم پر بھاپ کی حالت نقطہ ی (شکل ۸۹) سے تعبیر ہوتی ہے اور پھیلاؤ ایک تقریبی خط مستقیم ج ی سے۔ کل پیدا شدہ توانائی بالفعل (بشمول اس کے جو رگڑ پر غالب آنے میں صرف ہوئی ہو) رقبہ اب ج ی سے تعبیر ہوتی ہے اور رگڑ کے سبب نقصان شدہ مقدار رقبہ ف ج ی گ سے۔ لہذا توانائی بالفعل کی قابل حصول خالص مقدار مساوی ہوگی

رقبہ اب ج ی۔ رقبہ ف ج ی گ۔

= رقبہ ا ب ج ڈ ۔ رقبہ ف ڈ ی گ

نقطہ ی کا حقیقی محل معلوم کرنا دشوار ہے اور عملاً جبکہ رگڑ کی مزاحمت کی رعایت رکھی جاتی ہے تو ڈی عموماً $\frac{۱}{۳}$ ڈک کے مساوی بنایا جاتا ہے۔

مثال ۔ ڈی لوال طرز کی ایک دھکہ تربین ۲۵۰، اسپی طاقت پیدا کرتی ہے جس کا صرفہ تقریباً ۱۵٫۵ پونڈ بھاپ فی ا ۔ ط گھنٹہ ہے، ابتدائی دباؤ ۱۸۰ پونڈ اور اخراجی دباؤ ۲ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے ۔حلق پر ٹونٹی کا قطر $\frac{۱}{۴}$ انچ لیکر (۱۸۹)
مطلوبہ ٹونٹیوں کی تعداد معلوم کرو۔ حرارت کے گراؤ کا ۱۲ فیصد اگر ٹونٹی کے متسع حصہ میں ضائع ہو تو ٹونٹی کے نکاس کا قطر اور بھاپ کی حالت جس کو ٹونٹی کے چھوڑنے کے قبل پورے طور سے پھیلانا چاہیے معلوم کرو۔ (جامعہ لندن)

دفعہ ۱۰۲، (۶) کی رُو سے ہر ٹونٹی سے فی ثانیہ خارج شدہ وزن

$$و = ۴۳٫۲\ ا \sqrt{\frac{د_۱}{حم_۱}}$$

$$و = \frac{۴۳٫۲}{۱۴۴} \times \frac{\pi}{۴} \times \left(\frac{۱}{۴}\right)^۲ \sqrt{\frac{۱۸۰}{۲٫۵۳}}$$

= ۰٫۱۲۱۳ پونڈ

فی ثانیہ کل مطلوبہ بھاپ = $\frac{۲۵۰ \times ۱۵٫۵}{۶۰ \times ۶۰}$ = ۱٫۰۷۶ پونڈ

ٹونٹیوں کی تعداد = $\frac{۱٫۰۷۶}{۰٫۱۲۱۳}$ = ۸٫۸ یعنے ۹ ٹونٹیاں

اگر پھیلاؤ بلا رگڑ کے اور حرنا گذار طور پر ۱۸۰ پونڈ سے ۲ پونڈ مطلق تک ہوتا ہو تو دھار کی توانائی بالفعل ٹونٹی کے نکاس پر حسب ذیل ہوگی

$$\frac{س^۲}{۲ج} = \frac{ن}{ن-۱} د_۱ حم_۱ \left\{ ۱ - \left(\frac{د_۲}{د_۱}\right)^{\frac{ن-۱}{ن}} \right\}$$ دفعہ ۱۰۱، (۵)

چونکہ اس حرارت کے گراؤ کا ۱۲ فیصد ضائع ہوتا ہے اس لیے توانائی بالفعل مندرجۂ بالا کا ۸۸ فیصد ہوگی یعنے ۔

ر²/۲ج = ۰٫۸۸ × (۱٫۱۳/۰٫۱۳) × ۱۴۴ × ۱۸۰ × ۲٫۵۴ {۱ − (۲/۱۸۰)^(۰٫۱۳/۱٫۱۳)}

= ۲۰۲۷۰۰ فٹ پونڈ یا ۲۶۰ ب۔ح۔ا

اور رفتار

ر = √(۲۰۲۷۰۰ × ۶۴٫۴) = ۳۶۱۰ فٹ فی ثانیہ

بھاپ جداول سے (صفحہ ۸۵۶) ہم معلوم کرتے ہیں کہ خشک سیر شدہ بھاپ کی کُل حرارت ۱۸۰ پونڈ مطلق کے تحت یہ ہے

۱۱۹۶٫۴ ب۔ح۔ا

لہذا ۲ پونڈ مطلق تک پھیلاؤ کے بعد، فی پونڈ کُل حرارت یہ ہوگی۔

ح۲ + لا۲ خ۲ = ۱۱۹۶٫۴ − ۲۶۰ = ۹۳۶٫۴

بھاپ جداول سے ح۲ اور خ۲ کے لیے درج کرنے سے

۹۴ + لا۲ × ۱۰۲۱ = ۹۳۶٫۴

لا۲ = ۰٫۸۲۵

حجم فی پونڈ = ۱۷۳٫۵ × ۰٫۸۲۵ مکعب فٹ

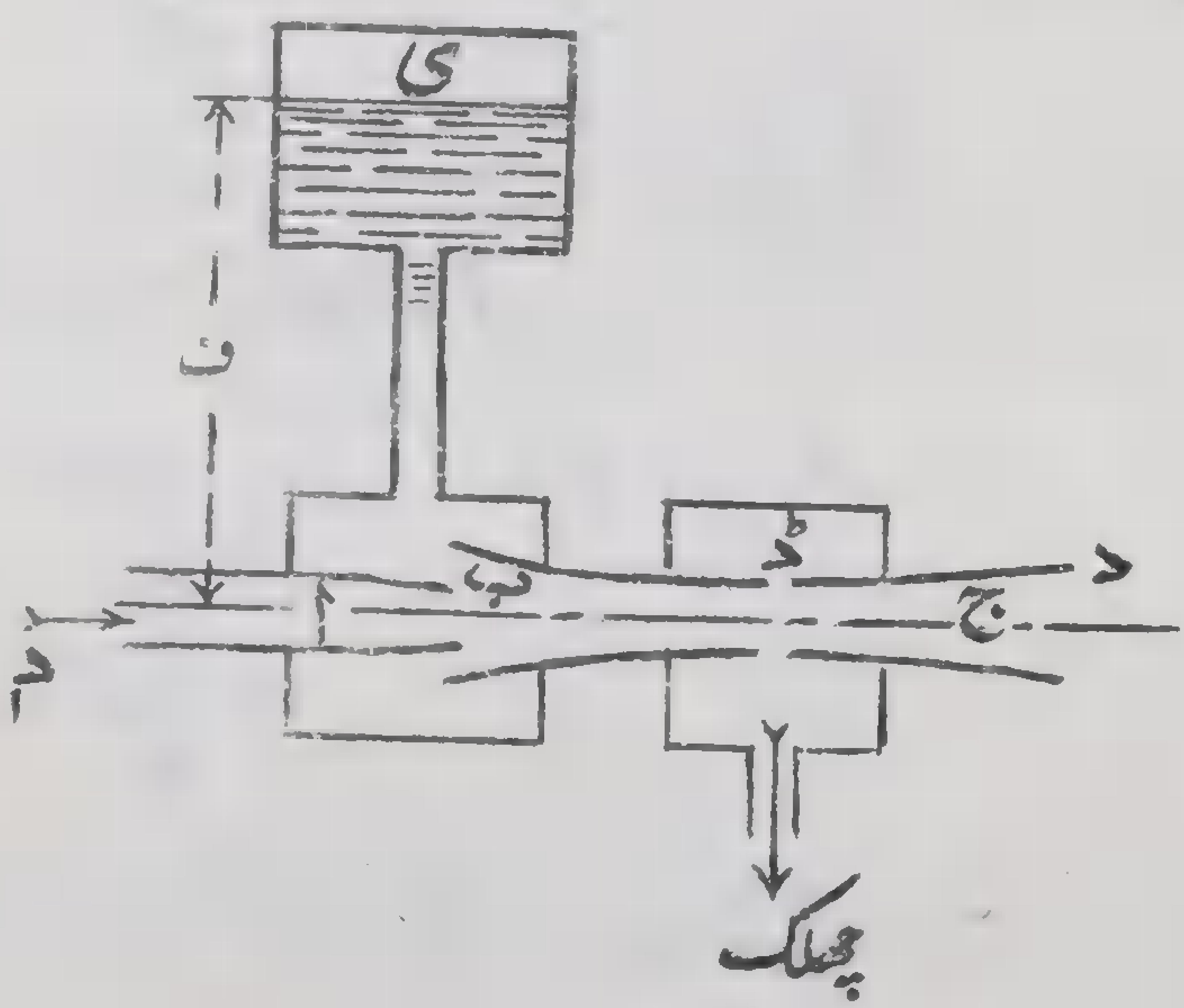
∴ نکاس پر ٹونٹی کا رقبہ = (۱۷۳٫۵ × ۰٫۸۲۵ × ۰٫۱۲۱۳) / ۳۶۱۰

= ۰٫۰۰۴۸۱ مربع فٹ

= ۰٫۶۹۳ مربع انچ

∴ نکاس پر ٹونٹی کا قطر = √(۰٫۶۹۳ / ۰٫۷۸۵۴) = ۰٫۹۳۹ انچ

(۱۸۰) **۱۰۸۔ محقنہ کا نظریہ**—شکل ۹۰ پر نظر کرنے سے محقنہ کا عمل سمجھ میں آجائیگا۔ بھاپ جو محقنہ کے لیے استعمال ہوتی ہے مخروطی ٹونٹی ا میں سے پھیل کر وہاں سے تیز رفتار کے ساتھ نکلتی ہے اور بھرن حوض ی سے آنے والے سرد پانی سے مل کر مستدق ملاپ نلی یا مخروط ب میں مکثف ہوجاتی ہے۔ تب پانی کی حاصل دھار متسع نکاس نلی یا مخروط ج میں داخل ہوتی ہے اور اقل عمودی تراش پر اس کی رفتار اعظم ہوگی۔ نکاس نلی میں سے گذرتے وقت پانی کی دھار کی توانائی بالفعل دباؤ توانائی میں مبدل ہوتی ہے اور رفتار کے گھٹاؤ کے ساتھ ساتھ دباؤ بڑھتا ہے یہاں تک کہ نلی چھوڑتے وقت دباؤ جوشارہ کے دباؤ سے بڑھ جاتا ہے اور پانی جوشارہ میں داخل ہوتا ہے ڈ پر ایک برآمد ہوتا ہے جس میں سے آلہ کو چلاتے وقت کا فاضل پانی چھلک جاتا ہے۔



شکل ۹۰

برآمد ہونے والی بھاپ کی دھار کی رفتار دیے ہوئے طریقوں میں سے کسی ایک طریقہ سے معلوم ہو سکتی ہے۔ فرض کرو س بھاپ کی دھار کی رفتار فٹ فی ثانیہ میں ہے۔ د_1 بھاپ کا ابتدائی دباؤ اور د_2 دھار میں کا دباؤ بھاپ ٹونٹی کے باہر یعنی اس جگہ جہاں بھاپ اور داخل ہوتے والے پانی میں تماس واقع ہوتا ہے تب س ذیل کی مساواتوں کے ذریعہ محسوب ہو سکتا ہے:-

$$\text{س} = \sqrt{2\,\text{ج جو}\left\{(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)\left(1 + \frac{\text{لا}_1\,\text{غ}_1}{\text{ت}_1}\right) - \text{ت}_2\,\text{لوگ}_\text{و}\,\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}\right\}}$$

ملاحظہ ہو دفعہ ۱۰۱ مساوات (۳)

$$\text{یا س} = \sqrt{2\,\text{ج}\cdot\frac{\text{ن}}{\text{ن}-1}\cdot\text{د}_1\,\text{حم}_1\left\{1 - \left(\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1}\right)^{\frac{\text{ن}-1}{\text{ن}}}\right\}}$$ (ملاحظہ ہو دفعہ ۱۰۱)

عموماً $\text{د}_2 = ۰٫۶\,\text{د}_1$ فرض کیا جاتا ہے یا اگر اعظم اخراج کی نسبت $\text{د}_2 = ۰٫۵۷۷\,\text{د}_1$ فرض کی جائے تو

$$\text{س} = ۵۸٫۵\sqrt{\text{د}_1\,\text{حم}_1}$$ (ملاحظہ ہو (۸) دفعہ ۱۰۲)

$$\text{یا س} = ۷۰٫۲\sqrt{\text{د}_1\,\text{حم}_1}$$

جہاں د_1 ابتدائی دباؤ پونڈ فی مربع انچ میں ہے۔

(۱۸۱) پانی کا وزن فی پونڈ بھاپ۔ فرض کرو فی پونڈ بھاپ و پونڈ پانی بھرن حوض سے کھینچا جاتا ہے۔ پانی کا ارتفاع مکثنہ پر ف فٹ

(ملاحظہ ہو شکل ۹۰)' د جوشارہ کا دباؤ پونڈ فی مربع انچ میں، ف جوشارہ کی بھرن روک کو اڑی کی بلندی محقنہ کے نکاس مخروط سے۔ تب تمام نقصانات نظر انداز کردیں تو نکاس مخروط میں داخل ہونے والی دھار کی اقل رفتار $ر_ھ$ حسب ذیل ہوگی

$$\frac{ر_ھ^2}{۲ ج} = \frac{د}{۶۲٫۴} + ف \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

عملاً محقنہ ٹھیک طور سے کام کرنے کے لیے (۱) میں کے د کی قیمت جوشارہ میں کے مطلق دباؤ سے ۲۰ فیصد زیادہ لینا چاہیے۔

ارتفاع ف کے تحت پانی

$$\sqrt{۲ ج ف}$$

کی رفتار سے محقنہ میں داخل ہوگا

اس و پونڈ پانی کا معیار حرکت

$$\frac{و}{ج}\sqrt{۲ ج ف} \quad \text{ہوگا}$$

رفتار ر سے حرکت کرنے والی ایک پونڈ بھاپ کا معیار حرکت

$$\frac{ر}{ج} \quad \text{ہوگا}$$

اور حاصل دھار کا معیار حرکت

$$\frac{(و + ۱)\, ر_ھ}{ج}$$

لہذا آمیزہ ہونے کے قبل اور اس کے بعد کے معیار حرکت کو مساوی رکھنے سے

$$\frac{(و+۱)\, ر_ھ}{ج} = \frac{ر}{ج} + \frac{و}{ج}\sqrt{۲ ج ف}$$

یا $\text{سر}_{\text{ھ}} = \frac{\text{سر}}{\text{و}+۱} + \frac{\text{و}}{\text{و}+۱}\cdot\sqrt{۲\,\text{ج}\,\text{ف}}$ .... (۲)

اگر پانی محققنہ میں دباؤ کے تحت نہ پہنچایا جائے بلکہ بھرن حوض محققنہ سے ف فٹ نیچے ہو جیسے ارتفاعی طرز کے محققنہ کی صورت میں ہوتا ہے تو مساوات (۲) یہ ہوگی

$\text{سر}_{\text{ھ}} = \frac{\text{سر}}{\text{و}+۱} - \frac{\text{و}}{\text{و}+۱}\sqrt{۲\,\text{ج}\,\text{ف}}$ .... (۲ ل)

بہت سی صورتوں میں رقم $\frac{\text{و}}{\text{و}+۱}\sqrt{۲\,\text{ج}\,\text{ف}}$ بہت چھوٹی ہونے کی وجہ نظر انداز کردی جاتی ہے۔

(۱) سے حاصل شدہ سر کی قیمت (۲) میں درج کرنے سے و کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔

بھرن تپش کا تخمینہ ـــ فرض کرو بھرن حوض میں کے پانی کی تپش ت ہے اور محققنہ سے اخراج کی تپش $\text{ت}_{۲}$ یعنے جوشارہ کی بھرن تپش۔ تب فی پونڈ استعمال شدہ بھاپ

دھار کی توانائی بالفعل $= \frac{(\text{و}+۱)}{۲\,\text{ج}}\cdot\frac{\text{سر}_{\text{ھ}}^{۲}}{\text{جو}}$ حرارتی اکائیوں میں

و پونڈ پانی کی کسب حرارت $= \text{و}\,(\text{ت}_{۲} - \text{ت})$

ایک پونڈ بھاپ کا نقصانِ حرارت $= \text{ل}_{۱}\,\text{خ}_{۱} + (\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲})$

(۱۸۲) پانی کی کسب حرارت اور بھاپ کے نقصانِ حرارت کو مساوات میں لانے سے

$\text{ل}_{۱}\,\text{خ}_{۱} + (\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) = \text{و}\,(\text{ت}_{۲} - \text{ت}) + \frac{(\text{و}+۱)}{۲\,\text{ج}}\cdot\frac{\text{سر}_{\text{ھ}}^{۲}}{\text{جو}}$ ..... (۳)

جس کے ذریعہ سے ت_2 حاصل ہو سکتا ہے۔

(۳) میں کے دوسرے اجزاء کے مقابلہ میں دھار کی توانائی بالفعل اتنی چھوٹی ہوتی ہے کہ عملی اغراض کے لیے نظر انداز کر دی جا سکتی ہے۔

بھاپ ٹونٹی کا رقبہ — دباؤ د_2 (یا ۲۶۰ د_1) کے تحت بھاپ کی خشکی کی کسر لا_2 تپش ناکارگی کی شکل کے ذریعہ یا حساب سے حسب ذیل حاصل ہوتی ہے

$$\text{لا}_2 = \frac{\text{ت}_2}{\text{ع}_2}\left(\frac{\text{لا}_1\,\text{ع}_1}{\text{ت}_1} + \text{لوک}_\text{و}\frac{\text{ت}_1}{\text{ت}_2}\right)$$ ملاحظہ ہو (۳) دفعہ (۴۶)

فرض کرو استعمال شدہ بھاپ کا وزن فی ثانیہ وَ پونڈ ہے اور حم_2 حجم نوعی دباؤ د_2 کے تحت، تب اس میں کے پانی کا حجم نظر انداز کر دیں تو اس کا حجم

$\text{وَ} \times \text{لا}_2\,\text{حم}_2$ ہوگا

اور بھاپ ٹونٹی کا رقبہ $= \dfrac{\text{وَ} \times \text{لا}_2\,\text{حم}_2}{\text{س}}$ .... (۴)

پانی کے اخراج کے منفذ کا رقبہ — پانی کی مقدار جو بھرن حوض سے فی ثانیہ کھینچی گئی $\text{وَ} \times \text{و}$ پونڈ ہوگی

یا $\dfrac{\text{وَ} \times \text{و}}{62.4}$ مکعب فٹ

لہذا ملاپ ٹونٹی کے اخراجی سرے کا رقبہ

$$= \frac{\text{وَ} \times \text{و} + \text{وَ}}{62.4\,\text{س}} \quad \text{............ (۵)}$$

۱۰۹۔ محقنے کے طرز۔۔۔ محقنے دو اقسام میں منقسم کیے جا سکتے ہیں۔ "غیر خود کار" اور "خود کار" یا خودرو محقنے۔

غیر خود کار محقنوں میں اگر کسی سبب سے اخراج رُک جائے تو وہ بطور خود جاری نہیں ہوتا اور مزید براں بھاپ اور پانی دونوں کی تنظیم علیحدہ علیحدہ ہاتھ سے کی جانی چاہیے جبکہ اس کو پہلی بار جاری کریں یا اخراج کے رُکنے سے دوبارہ چلائیں۔

غیر خود کار محقنے مزید دو اقسام میں منقسم کیے جاتے ہیں

(ا) غیر خود کار ارتفاعی محقنے جو اپنا بھرن پانی کھینچتے ہیں ان میں عموماً ترتیب پذیر مخروطہ ہوتے ہیں یعنے ان کے مخروطہ بہ نسبت غیر ترتیب پذیر محقنوں کے کئی مختلف حالات اور بھاپ کے دباؤں کی بڑی وسعت کے تحت کام کرنے کے قابل ترتیب دیے جا سکتے ہیں۔

(ب) غیر خود کار غیر ارتفاعی محقنے اپنے بھرن پانی کو نہیں کھینچتے بلکہ دباؤ کے تحت پانی ان تک بھیجا جاتا ہے۔

خود کار یا خودرو محقنے اس کے برخلاف اپنا بھرن پانی اگر ضرورت ہو تو کھینچ لیتے ہیں اور بغیر دست ورزی کے جیسے ہی پانی اور بھاپ کھولے جائیں وہ جاری ہو جاتے ہیں اور اگر اتفاقاً دھار ٹوٹ جائے[1] تو فوراً خود سے پھر چلنے لگتے ہیں۔

[1] مختلف طرز کے محقنوں کے لیے ملاحظہ ہو مصنف کی "اسٹیم بائلرس" ("بھاپ جوشارے") (اڈورڈ ارنالڈ)

مثال (۱) - ایک زندہ بھاپ کے محققنہ کے منفذوں کا رقبہ دریافت کرو جو ۱۰۰۰ گیلن پانی فی گھنٹہ بھرن حوض سے لے کر جو شمارہ تک پہنچاتا ہے بھاپ کا مطلق دباؤ ۱۶۵ پونڈ فی مربع انچ ہے۔ محققنہ کو پہنچائی ہوئی بھاپ خشک تصور کی جاسکتی ہے۔ بھاپ کے منفذ میں کا دباؤ جو شمارہ کے دباؤ کا ۰.۶ گنا ہے (۲۸۳)
اور بھرن یا چوس حوض میں کے پانی کی تپش ۹۰° ف۔

بھاپ کی دھار میں دباؤ = ۰.۶ × ۱۶۵ = ۹۹ پونڈ مطلق۔

بھاپ جداول سے۔

د	ت	حم	خ	ح	تَ
۱۶۵	۳۶۶	۲.۷۵۳	۸۵۶.۸	۱۱۹۵.۰	۸۲۶
۹۹	۳۲۷	۴.۴۷	۸۸۶.۶	۱۱۸۶.۲	۷۸۷

دفعہ ۱۰۱ (۳) کی رو سے

$$\text{ر} = \sqrt{2 \times 64.4 \times 778 \left\{ (826 - 787)\left(1 + \frac{856.8}{826}\right) - 787 \,\text{لوک}_{\text{و}} \frac{826}{787} \right\}}$$

= ۱۴۲۰ فٹ فی ثانیہ

خشکی کی کسر

$$\text{ل}_2 = \frac{787}{886.6}\left(\frac{856.8}{826} + \text{لوک}_{\text{و}} \frac{826}{787}\right)$$

$$= 0.963$$

(واضح ہو کہ ر اور ل۲ دونوں راست مولیئر نقشہ سے حاصل ہو سکتے ہیں)

تَ کو نظر انداز کر کے دفعہ ۱۰۸ (۱) سے

$$\frac{\text{سہ}^2}{64.4} = \frac{1.2 \times 165 \times 144}{62.4}$$

جس سے س۲ = ۱۷۱ فٹ فی ثانیہ

دفعہ ۱۰۸ مساوات (۲) میں سیدھے جانب کی دوسری رقم نظر انداز کردینے سے

$$\frac{۱۴۲۰}{۱ + و} = ۱۷۱$$

$$و = \frac{۱۷۱ - ۱۴۲۰}{۱۷۱} = ۷٫۳۰ \text{ پونڈ}$$

بھرن حوض سے حاصل کردہ بھرن پانی کا وزن فی گھنٹہ ۱۰۰۰۰ پونڈ ہے یعنی $\frac{۱۰۰۰۰}{۳۶۰۰}$ پونڈ فی ثانیہ، لہذا استعمال شدہ

$$\text{بھاپ کا وزن فی ثانیہ } \frac{۱۰۰۰۰}{۷٫۳ \times ۳۶۰۰} \text{ پونڈ}$$

اور دفعہ ۱۰۸ (۴) سے بھاپ ٹونٹی کا رقبہ

$$\frac{۳٫۳۴ \times ۰٫۹۶۳}{۱۴۲۰} \times \frac{۱۰۰۰۰}{۳۶۰۰ \times ۷٫۳۰} \text{ ہوگا}$$

= ۰٫۰۰۱۱۵ مربع فٹ

= ۰٫۰۰۱۱۵ × ۱۴۴ = ۰٫۱۶۶ مربع انچ

منفذ سے اخراج فی گھنٹہ

$$\frac{۱۰۰۰۰}{۷٫۳} + ۱۰۰۰۰$$

= ۱۱۷۰۰ پونڈ

$$= \frac{۱۱۷۰۰}{۳۶۰۰} \text{ پونڈ فی ثانیہ}$$

دفعہ ۱۰۸ (۵) سے اخراجی منفذ کا رقبہ (۱۸۴)

$$\frac{۱۱۷۰۰}{۱۷۱ \times ۶۲٫۴ \times ۳۶۰۰} \text{ ہوگا}$$

= ۰٫۰۰۳۰۴ مربع فٹ

= ۰٫۰۴۳۸ مربع انچ

دفعہ ۱۰۸، (۳) سے بھرن تپش

۸۵۶٫۸ + (۲۶۶ - ت۳) = ۰٫۳۰ (ت۳ - ۶۰) + ۸٫۳۰ / ۶۴٫۴ × ۱٫۷۱ × ۱٫۷۱ / ۷۷۸ ہوگی

ت۳ = ۱۹۹° ف -

مثال (۲) ایک محقنہ کے لیے منفذوں کے قطر معلوم کرو جو ۱۲۰۰ گیلن پانی ایک جوشارہ میں پہنچاتا ہے جس میں ۶۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق کے تحت بھاپ بھری ہے - بھاپ جو محقنہ کو پہنچائی جاتی ہے خشک تصور کی جائے۔ بھاپ منفذ میں کا دباؤ جوشارہ کے مطلق دباؤ کا ۶٫۶ گنا ہے - چوس حوض میں کے پانی کی تپش ۶۰° ف اور بھرن پانی کی تپش ۱۸۰° ف۔ (جامعہ لندن)

ضروری مقدمات بھاپ جداول سے حاصل کرکے

ر = √{ ۷۷۸ × ۶۴٫۴ { (۷۵۳ - ۷۲۱) (۱ + ۹۱۴٫۹ / ۷۵۳) - ۷۲۱ لوک‌ہ ۷۵۳ / ۷۲۱ } }

= ۱۴۰۰ فٹ فی ثانیہ

خشکی کی کسر لا۲ = ۷۲۱ / ۹۳۷٫۰ (۹۱۴٫۹ / ۷۵۳ + لوک‌ہ ۷۵۳ / ۷۲۱)

= ۰٫۹۷۰

بھرن تپش یہاں ۱۸۰° ف دی گئی اس لیے پانی کا وزن فی پونڈ بھاپ حسب ذیل حاصل ہوسکتا ہے۔

دفعہ ۱۰۸، (۳) (دھار کی توانائی بالفعل کو نظر انداز کردینے) سے

$$و(۱۸۰-۱۰۰) = ۱۸۰-۲۹۳+۹۱۴،۹$$

$$و = ۴۸،۲۲۱$$ پونڈ

دفعہ ۱۰۸ مساوات (۲) میں سیدھے جانب کی دوسری رقم نظر انداز کردینے سے دھار کی رفتار

$$ر = \frac{۱۴۰۰}{۱۳،۸۴} = ۱۰۱$$ فٹ فی ثانیہ

چوس بھرن حوض سے اگر ۱۲۰۰۰ پونڈ فی گھنٹہ پانی کھینچا جائے تو استعمال شدہ بھاپ کا وزن فی ثانیہ

$$\frac{۱۲۰۰۰}{۳۶۰۰\times۱۲،۸۴}$$ پونڈ ہوگا

اور دفعہ ۱۰۸ (۴) سے بھاپ منفذ کا رقبہ

$$۱۴۴\times\frac{۱۱،۵۸\times۰،۹۷}{۱۴۰۰}\times\frac{۱۲۰۰۰}{۳۶۰۰\times۱۲،۸۴}$$

$$= ۰،۲۹۵$$ مربع انچ

لہٰذا قطر $$= \sqrt{\frac{۰،۲۹۵}{۰،۷۸۵۴}} = ۰،۶۱۳$$ انچ

محصنہ سے فی گھنٹہ اخراج (۱۸۵)

$$= \frac{۱۲۰۰۰}{۱۲،۸۴}\times۱۲۰۰۰$$

$$= ۱۲۹۳۴$$ پونڈ

$$= \frac{۱۲۹۳۴}{۳۶۰۰}$$ پونڈ فی ثانیہ

دفعہ ۱۰۸ (۵) سے پانی کے اخراجی منفذ کا رقبہ

$$144 \times \frac{12934}{101 \times 62.4 \times 3600} =$$

$= 0.0821$ مربع انچ

پس قطر $= \sqrt{\frac{0.0821}{0.7854}} = 0.323$ انچ

مندرجۂ بالا رقبوں کی تجویز ایک دی ہوئی بھرن پانی کی تپش کے لحاظ سے کی گئی اور محقنہ کام کرے یا نہ کرے۔ دفعہ ۱۰۸ (۱) سے بھرن روک کواڑی پر پانی کا دباؤ یہ ہوگا

$$\frac{144 \times d}{62.4} = \frac{101 \times 101}{64.4}$$

$$d = \frac{62.4 \times 101 \times 101}{64.4 \times 144} = 68.6$$ پونڈ فی مربع انچ مطلق

چونکہ جوشارہ میں مطلق دباؤ ۶۰ پونڈ فی مربع انچ ہے اس لیے ظاہر ہے کہ محقنہ اس دباؤ کے خلاف کام کریگا۔

امثلہ نمبری (۸)

(۱) جوشارہ کی بھاپ جس کی خشکی کی کسر ۰٫۹۸ اور دباؤ ۱۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے ایک ٹونٹی میں سے ۱۰۰ پونڈ مطلق تک پھیلتی ہے۔ بہاؤ کو بغیر رگڑ کے اور حرناگذار مان کر بھاپ کی دھار کی رفتار اور خشکی کی کسر دریافت کرو۔

(۲) ۱۸۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ کے تحت کی بھاپ ایک ٹھیک تجویز شدہ ٹونٹی میں سے ۳ پونڈ مطلق تک پھیلتی ہے۔ ٹونٹی کے حلق اور

اخراجی سرے کے رقبے معلوم کرو جبکہ ۳۰۰۰ پونڈ فی گھنٹہ خارج ہوتے ہوں اور ان مقامات پر خشکی کی کسر کیا ہوگی اگر بہاؤ حرناگذار اور بغیر رگڑ کے مانا جائے۔

(۳) ۲۰۰ پونڈ مطلق کے تحت کی پرگرم بھاپ جس کی پرگرمی ۱۰۰ف ہے (حجم فی پونڈ = ۲۶۸ء۲ مکعب فٹ) ایک ٹونٹی میں سے ۱۵ پونڈ مطلق تک پھیلتی ہے۔ ۳۶۰۰ پونڈ فی گھنٹہ خارج کرنے کے لیے ٹونٹی کے صدر ابعاد معلوم کرو اور حلق اور اخراجی سرے میں بھاپ کی حالت کیا ہوگی بہاؤ بغیر رگڑ کے اور حرناگذار تصور کیا جائے۔

(۴) ایک اخراجی بھاپ کا محقنہ ایک حراکہ کے جوشارہ کو بھرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ جوشارہ میں بھاپ کا دباؤ ۲۰۰ پونڈ مطلق ہے۔ اگر اخراجی بھاپ کا دباؤ جو محقنہ کو چلاتی ہے ۱۷ پونڈ مطلق ہو اور خشکی کی کسر ۸۵ء ہو تو کتنا پانی فی پونڈ بھاپ پمپ کیا جائے گا۔ اگر بھرن حوض سے ۱۰۰۰۰ پونڈ پانی فی گھنٹہ ۵۰ف پر حاصل کیا جائے تو بھاپ اور پانی کے اخراج کے منفذوں کے رقبے اور بھرن کی تپش معلوم کرو۔

(۱۸۶)

نواں باب

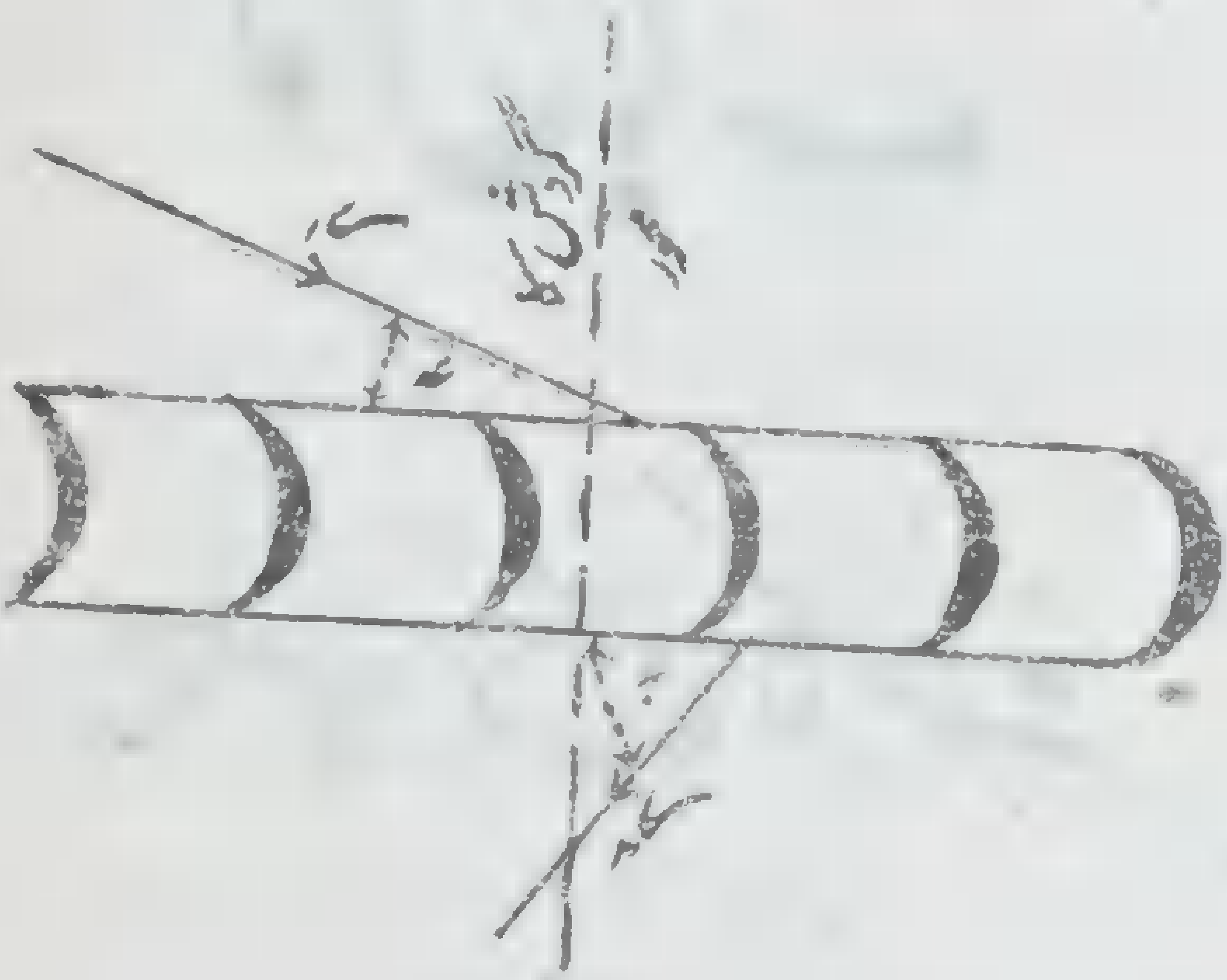
بھاپ تربین کا نظریہ[1]

۱۱۰- بھاپ تربین کا کام — بھاپ تربین وہ مشین ہے جو حرارتی توانائی کو توانائی بالفعل میں تبدیل کرتی ہے، اور توانائی بالفعل کو ایسی شکل میں جس میں کہ وہ حیلی کام کر سکے۔ ٹونٹیوں یا پروں کے ایک سلسلہ میں توانائی بالفعل کی تکوین ہوتی ہے اور بھاپ وہاں سے تیز رفتار کے ساتھ نکل کر ایک دوسرے متحرک پروں یا ڈولوں کے سلسلہ پر ٹکر مارتی ہے اور ان کو اپنی کچھ توانائی بالفعل دیدیتی ہے۔ تصوری تربین میں متحرک پروں کو چھوڑتے وقت بھاپ کی رفتار (تربین غلاف کی اضافت سے) صفر ہوگی

---

[1] مضمون کے اس حصہ میں اور اضافہ ہوا ہے جس کے لیے گوڈی کی "بھاپ تربین" یا پیری کی کتاب "ماڈرن پریکٹس ان ہیٹ انجن" ("Modern Practice in Heat Engines") باب ساتواں سے مدد لی جا سکتی ہے۔

اور اس کی تمام توانائی بالفعل کام میں مبدل ہوگی جو متحرک پروں پر کیا جائے گا۔ تربین یہ کام بھاپ کے معیار حرکت کو تبدیل کر کے کرتی ہے جبکہ وہ متحرک پروں میں سے گزرتی ہے۔ معیار حرکت کی تبدیلی فی ثانیہ ان پروں پر کی چلاؤ قوت ہوگی۔



شکل ۹۱

فرض کرو بھاپ کی مطلق رفتار $س_1$ ہے جبکہ وہ متحرک تپیوں کو ٹکر دیتی ہے۔ اور $س_2$ مطلق رفتار جبکہ وہ ان کو چھوڑتی ہے۔ تب ایک پونڈ بھاپ کے معیار حرکت کی تبدیلی تپیوں کی حرکت کی سمت میں یہ ہے

$$\frac{س_1 \text{ جم } ع + س_2 \text{ جم } ب}{ج}$$ (ملاحظہ ہو شکل ۹۱)

اگر و پونڈ بھاپ فی ثانیہ پہنچائی جائے تو پروں پہ چلاؤ قوت (۱۸۷)

یہ ہوگی۔

$$\frac{و}{ج}\left(س_1 \text{ جم } ع + س_2 \text{ جم } ب\right)$$

اگر پروں کی رفتار $س_3$ ہو تو و پونڈ بھاپ کا کیا ہوا کام فی ثانیہ

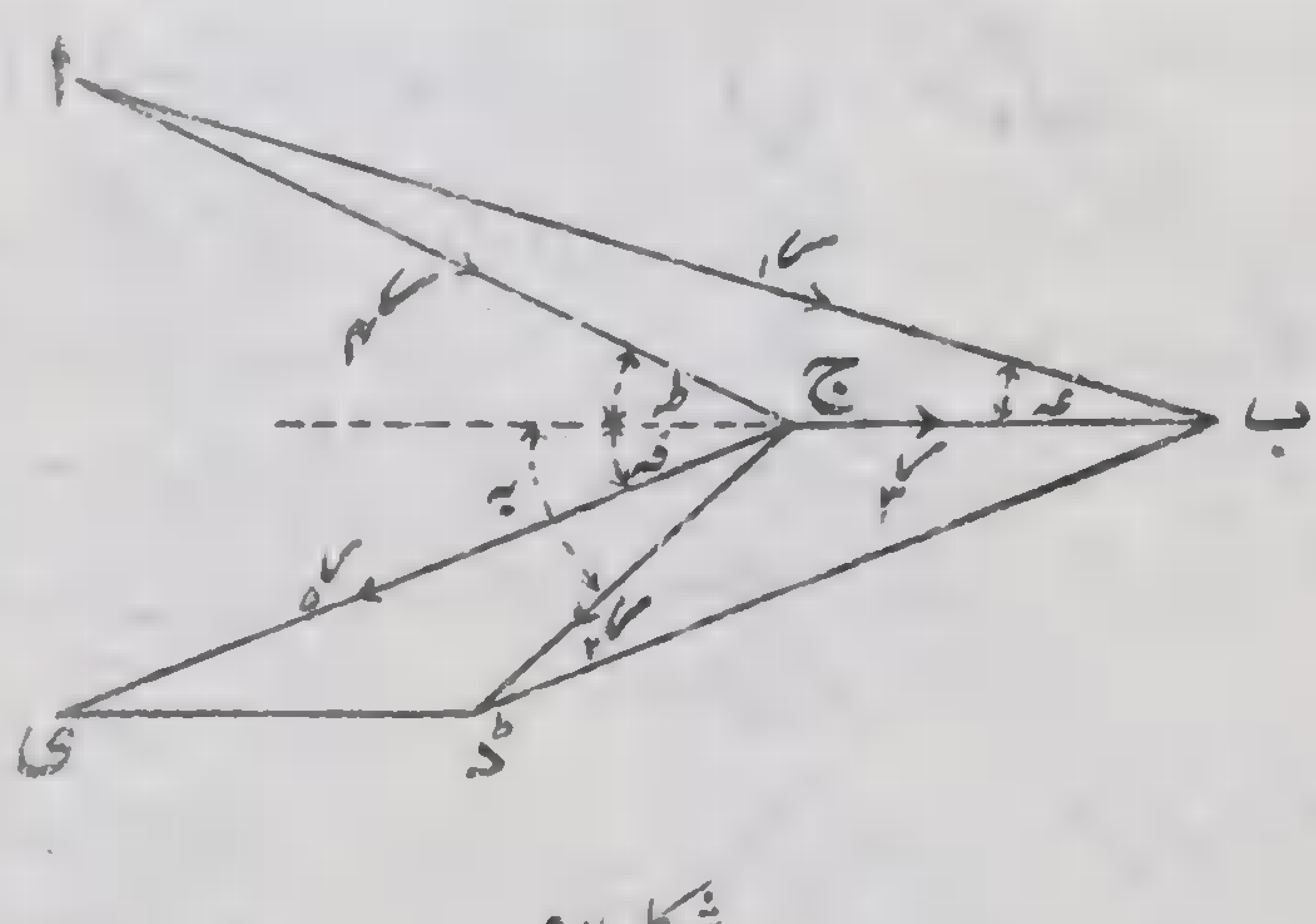
یہ ہوگا

و/ج (سہ۱ جم عہ + سہ۲ جم بہ) سہ۳ .... (۱)

یا فی پونڈ بھاپ کا کام فی ثانیہ

ک = سہ۳/ج (سہ۱ جم عہ + سہ۲ جم بہ) .... (۲)

شکل ۹۲ میں رفتار کی شکل بتلائی گئی ہے۔ ا ب مطلق رفتار سہ۱ کو تعبیر کرتا ہے جو پروں کی حرکت کی سمت کے ساتھ زاویہ عہ بناتی ہے اور سہ۳ پتیوں کی رفتار۔ اس لیے ا ج پتیوں کی اضافت سے داخلہ کے وقت بھاپ کی رفتار (سہ۴) کو تعبیر کرتا ہے۔ اور فرض کرو اس کی سمت سہ۳ کے ساتھ طہ زاویہ بناتی ہے۔



شکل ۹۲

پتیوں کو چھوڑنے والی بھاپ کی مطلق رفتار سہ۲ زاویہ بہ پر ج ڈ سے تعبیر ہوتی ہے۔ اور ج ی پتیوں کی اضافت سے نکاس پر بھاپ کی رفتار سہ۵ کو تعبیر کرتا ہے۔ فرض کرو یہ سہ۳ کے ساتھ زاویہ فہ بناتا ہے۔

اب فی ثانیہ فی پونڈ بھاپ کا کیا ہوا کام

ک = سہ۳/ج (سہ۱ جم عہ + سہ۲ جم بہ)

اور چونکہ ب ڈ، ج ی کے متوازی اور مساوی ہے اس لیے

ج ڈ جم بہ + ج ب = ج ی جم فہ

∴ ج ڈ جم بہ = ج ی جم فہ - ج ب

لیکن ا ب جم عہ = ج ب + ا ج جم طہ

لہذا ا ب جم عہ + ج ڈ جم بہ = ا ج جم طہ + ج ی جم فہ

یا سا_۱ جم عہ + سا_۲ جم بہ = سا_۴ جم طہ + سا_۵ جم فہ

پس (۲) کو حسب ذیل طریقہ پر لکھا جا سکتا ہے (۱۸۸)

ک = (سا_۳ / ج) (سا_۴ جم طہ + سا_۵ جم فہ) ....(۳)

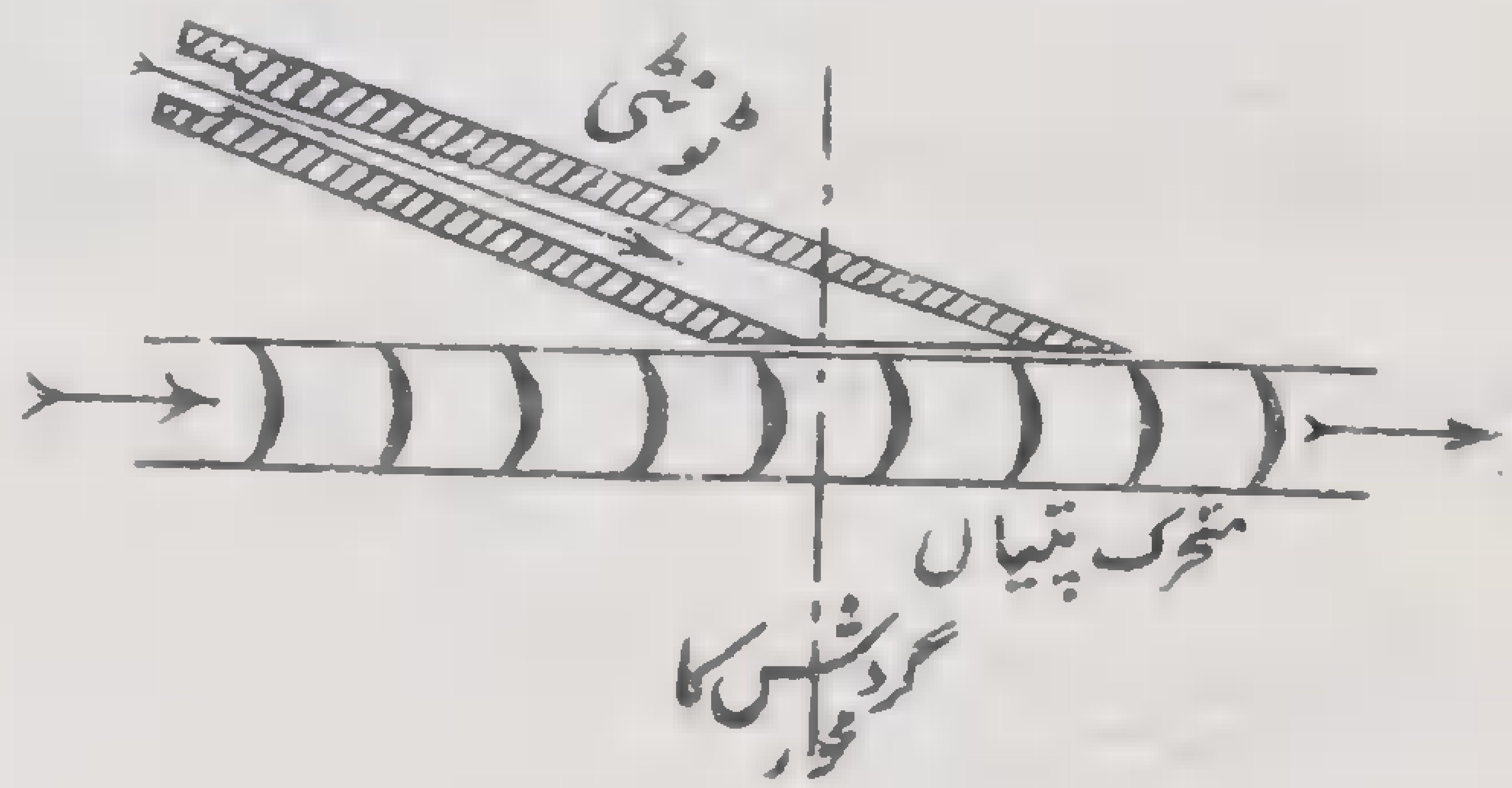
۱۱۱- دھکے اور ردِ عمل والی تربینیں

— دھکے والی تربینوں میں دباؤ کا تنزل اور توانائی بالفعل کی تکوین ثابت ٹونٹیوں یا پتیوں کے جٹ یا جوٹوں میں عمل میں آتے ہیں۔ ردِ عمل والی تربینوں میں دباؤ کا تنزل اور توانائی بالفعل کی تکوین کچھ ثابت اور کچھ متحرک پتیوں میں واقع ہوتے ہیں۔ متحرک پتیوں میں کی حرکت کے پہلے حصہ کے دوران میں توانائی بالفعل بھاپ سے حاصل کی جاتی ہے اور اسی وجہ سے رفتار گھٹ جاتی ہے لیکن بعد کے حصہ میں پتیوں کی موزوں ترتیب سے رفتار بڑھتی ہے اور اس لیے پتیوں پر جب کام ہوتا ہے اس وقت توانائی بالفعل کی تکوین عمل میں آتی ہے۔ ان دونوں طرزوں کے درمیان کوئی خاص مقررہ امتیاز نہیں بتلایا جا سکتا اور بہت سی حالیہ تربینیں خالص دھکے والی اور خالص ردِ عمل والی طرزوں کا مجموعہ ہوتی ہیں۔

۱۱۲- اکہری منزل والی تربینیں

— اکہری منزل والی تربین جو بہت مشہور اور زیادہ استعمال میں آتی ہے وہ ڈی لاوال تربین ہے۔ یہ خالص دھکے والی تربین ہوتی ہے اور متحرک پتیوں سے ٹکرانے کے قبل

اس میں بھاپ ابتدائی دباؤ سے اخراجی دباؤ تک ٹونٹیوں میں پھیلتی ہے۔ پتیاں گردشی پہیہ کے محیط پر لگائے جاتے ہیں جیسے شکل ۹۳ میں شکلی طور پر ظاہر کیا گیا۔ شکل ۹۴ میں رفتار کی شکل بتلائی گئی ہے۔ تمام نقصانات کو نظرانداز



شکل ۹۳

کر دینے سے متحرک پتیوں پر فی پونڈ بھاپ کا کیا ہوا کام بھاپ کی ابتدائی اور آخری توانائیوں بالفعل کے فرق کے مساوی ہوگا یعنی

$$\frac{\text{سا}_2^{\,2}}{2\,\text{ج}} - \frac{\text{سا}_1^{\,2}}{2\,\text{ج}}$$

اور پتیوں یا تربین پہیہ کی استعداد یہ ہوگی

$$\text{ع} = \frac{\text{سا}_1^{\,2} - \text{سا}_2^{\,2}}{\text{سا}_1^{\,2}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

اعظم استعداد حاصل کرنے کے لیے پہیہ کی رفتار —

پہلی صورت ۔ فرض کرو سا۱ اور عہ ثابت یا قائم ہیں اور طہ = فہ تب دفعہ (۱) میں کی ترقیم استعمال کرنے سے اور چونکہ سا۱ = سا۵

(۱۸۹　$$\text{ج}\,\text{ذ}^{2} = \text{ج}\,\text{ب}^{2} + \text{ج}\,\text{ی}^{2} - 2\,\text{ج}\,\text{ب}\cdot\text{ج}\,(\text{ی})\ \text{جم}\ \text{فہ}$$

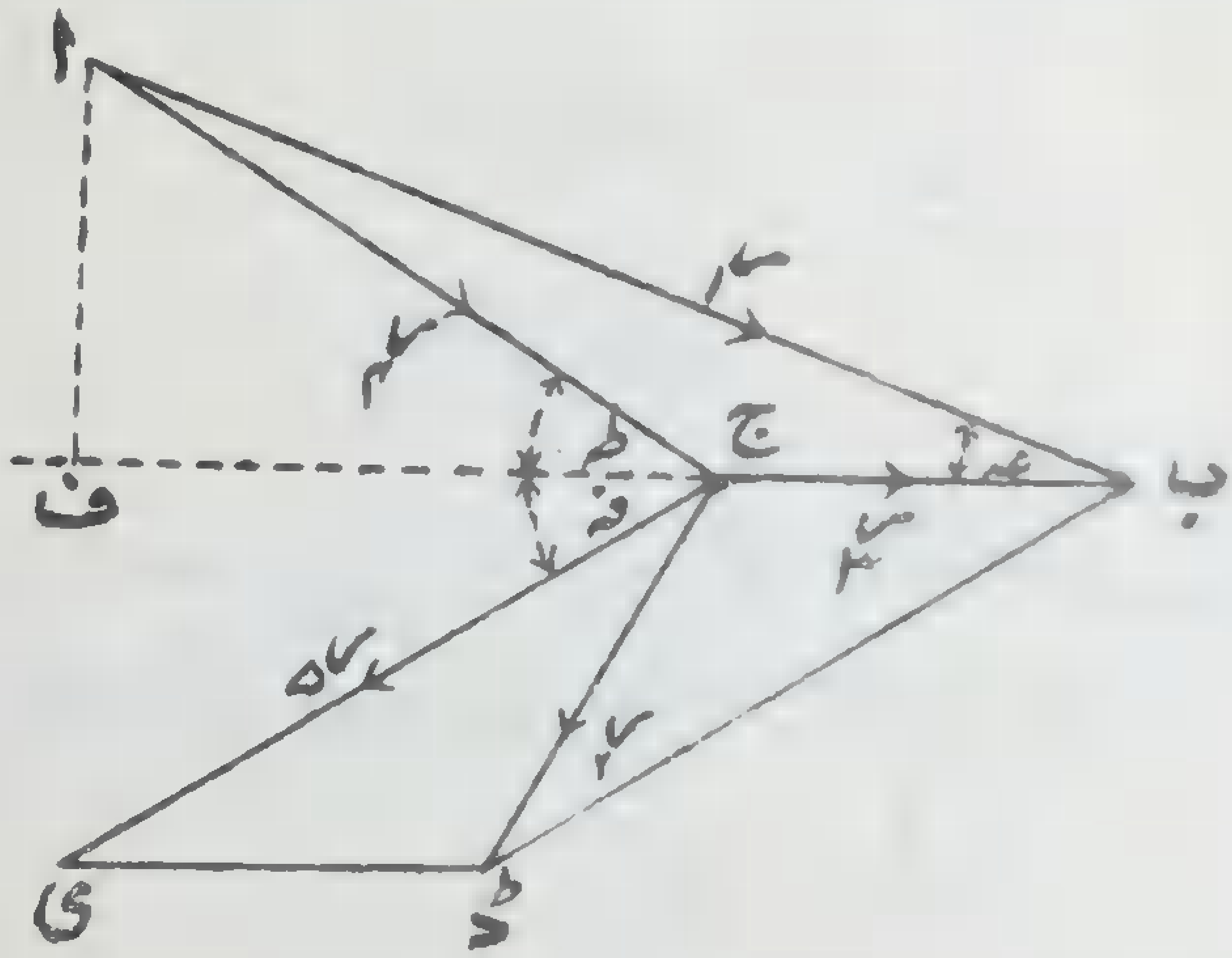
$$= ج\,ب^{۲} + ا\,ج^{۲} - ۲\,ج\,ب \,.\, ا\,ج\ جم\ ط \qquad \cdots\cdots (۲)$$

$$\text{یا}\quad س_{۲}^{۲} = س_{۳}^{۲} + س_{۴}^{۲} - ۲\,س_{۳}\,س_{۴}\ جم\ ط \qquad \cdots\cdots (۳)$$

$$= س_{۲}^{۲} + س_{۵}^{۲} - ۲\,س_{۳}\,س_{۵}\ جم\ ط$$

چونکہ $ا\,ج\ جم\ ط = ف\,ج$ (۲) حسبِ ذیل لکھا جا سکتا ہے۔

$$ج\,ڈ^{۲} = ج\,ب^{۲} + ا\,ج^{۲} - ۲\,ج\,ب \,.\, ف\,ج$$



شکل ۹۴۔

استعداد اعظم ہوگی جبکہ ج ڈ یا $س_{۲}$ اقل ہو یعنے جبکہ ج ب × ف ج اعظم ہو۔ یہ اس وقت واقع ہوگا جبکہ

ج ب = ف ج یا جبکہ

$$س_{۲} = س_{۴}\ جم\ ط \qquad \cdots\cdots (۱۳)$$

نیز چونکہ ج ب = ف ج

$$ف\,ب = ۲\,ج\,ب = س_{۱}\ جم\ ع$$

$$\therefore\ ج\,ب = س_{۲} = \frac{س_{۱}}{۲}\ جم\ ع$$

پس $\text{سہ}_۲$ اقل ہوگا جبکہ

$$\text{سہ}_۲ = \text{سہ}_۱ \text{ جم طہ} = \frac{\text{سہ}_۱}{۲} \text{ جم عہ} \quad \ldots\ldots (۴)$$

اور چونکہ ف ب = ۲ ف ج

$$\text{مس طہ} = ۲ \text{ مس عہ} \quad \ldots\ldots (۵)$$

عملاً عہ بہت چھوٹا ہوتا ہے (ڈی لوال ترباین میں تقریباً ۲۰°) اور اس لیے جم عہ تقریباً اکائی کے مساوی ہوگا۔ لہذا اعظم استعداد کے لیے پتیوں کی رفتار بھاپ کی دھار کی رفتار کی تقریباً آدھی ہوتی ہے۔

پتیوں کی استعداد — فی ثانیہ فی پونڈ بھاپ کا کیا ہوا کام

حسب دفعہ ۱۰۱(۳)

$$\text{ک} = \frac{\text{سہ}_۲}{\text{ج}} \left(\text{سہ}_۴ \text{ جم طہ} + \text{سہ}_۵ \text{ جم فہ} \right)$$

$$= \frac{\text{سہ}_۲}{\text{ج}} \left(\text{سہ}_۴ \text{ جم طہ} + \text{سہ}_۴ \text{ جم ط} \right)$$

$$= \frac{۲\, \text{سہ}_۲ \text{سہ}_۴ \text{ جم طہ}}{\text{ج}} \quad \ldots\ldots (۶)$$

(۱۹۰) (۱۳) سے $\text{سہ}_۴$ کے لیے درج کرنے سے

$$\text{ک} = \frac{۲\, \text{سہ}_۲^۲}{\text{ج}}$$

اور چونکہ (۴) سے $\text{سہ}_۲ = \frac{\text{سہ}_۱}{۲} \text{ جم عہ}$

$$\text{ک} = \frac{\text{سہ}_۱^۲}{\text{ج}} \cdot \frac{۱}{۲} \text{ جم}^۲ \text{عہ} \quad \ldots\ldots (۷)$$

اوپر کے (۳) کی رو سے

$$\text{سا}_{۲}^{۲} = \text{سا}_{۳}^{۲} + \text{سا}_{۴}^{۲} - ۲\,\text{سا}_{۳}\,\text{سا}_{۴}\ \text{جم طہ}$$

$$\text{لہٰذا}\quad \text{سا}_{۲}^{۲} = \text{سا}_{۳}^{۲} + \frac{\text{سا}_{۳}^{۲}}{\text{جم}^{۲}\,\text{طہ}} - ۲\,\text{سا}_{۳}^{۲}$$

$$= \text{سا}_{۳}^{۲}\left(۱ + \text{قط}^{۲}\,\text{طہ} - ۲\right)$$

$$= \text{سا}_{۳}^{۲}\left(\text{قط}^{۲}\,\text{طہ} - ۱\right)$$

$$= \text{سا}_{۳}^{۲}\ \text{مس}^{۲}\,\text{طہ}$$

$$\therefore\ \text{سا}_{۲} = \text{سا}_{۳}\ \text{مس طہ} \quad \text{.................} \quad (۸)$$

(۴) اور (۵) سے

$$\text{سا}_{۳} = \frac{\text{سا}_{۱}}{۲}\ \text{جم عہ}\ ،\ \text{مس طہ} = ۲\ \text{مس عہ}$$

$$\text{لہٰذا}\quad \text{سا}_{۲} = \frac{\text{سا}_{۱}}{۲}\ \text{جم عہ} \times ۲\ \text{مس عہ}$$

$$= \text{سا}_{۱}\ \text{جب عہ} \quad \text{.................} \quad (۹)$$

تمام نقصانات کو نظر انداز کر دینے سے استعداد

$$\text{ع} = \frac{\text{سا}_{۱}^{۲} - \text{سا}_{۲}^{۲}}{\text{سا}_{۱}^{۲}}$$

$$= \frac{\text{سا}_{۱}^{۲} - \text{سا}_{۱}^{۲}\ \text{جب}^{۲}\,\text{عہ}}{\text{سا}_{۱}^{۲}}$$

$$= ۱ - \text{جب}^{۲}\,\text{عہ}$$

$$\therefore\ \text{ع} = \text{جم}^{۲}\,\text{عہ} \quad \text{.................} \quad (۱۰)$$

استعداد حسب ذیل طریقہ پر بھی حاصل ہو سکتی ہے۔

$$ع = \frac{\text{پتیوں پر کیا ہوا کام}}{\text{بھاپ کی ابتدائی توانائی بالفعل}}$$

$$= \frac{ک}{\frac{1}{2} سہ_1^2} \cdot ج = جم^2 عہ \quad (۷) \text{ سے}$$

رگڑ کا اثر —— رگڑ اور بھنور کے نقصانات $سہ_۵$ کو $سہ_۴$ سے کم کر دیتے ہیں۔ اور اس کے برخلاف پتیوں میں سے گذرتے وقت جو توانائی بالفعل بھاپ سے پیدا ہوتی ہے $سہ_۵$ کو $سہ_۴$ سے بڑھا دیتی ہے۔ لہذا $سہ_۵$، $سہ_۴$ سے کم یا زیادہ یا مساوی ہو سکتا ہے۔

اس لیے عام رقوم میں ہم فرض کر سکتے ہیں کہ حقیقی عمل میں $سہ_۵ = مر\, سہ_۴$ جہاں مر ایک مستقل ہے۔

اس لیے مساوات (۳) حسب ذیل ہو جائیگی۔

$$سہ_۲^2 = سہ_۲^2 + مر^2 سہ_۴^2 - ۲ سہ_۲\, مر\, سہ_۴\, جم\, طہ \quad \ldots\ldots (11)$$

مثل سابق یہ اس وقت اقل ہوگی جبکہ (191)

$$سہ_۲ = سہ_۴\, جم\, طہ = \frac{سہ_۱}{۲}\, جم\, عہ$$

مساوات (۳) دفعہ (۱۰) حسب ذیل ہوگی

$$ک = \frac{سہ_۲}{ج}\left(سہ_۴\, جم\, طہ + مر\, سہ_۴\, جم\, طہ\right)$$

$$= \frac{سہ_۲}{ج} \cdot سہ_۴\, جم\, طہ\, (۱ + مر)$$

$$= \frac{سہ_۲^2}{ج}\, (۱ + مر)$$

$$\therefore\quad ک = \frac{1}{2}\,\frac{سا_1^2}{ج}\,جم^2 ع\,(1+م) \qquad \dots\dots\dots (12)$$

چونکہ $سا_2 = سا_3\,جم\,طہ$ اس لیے مساوات (۱۱) یہ ہوگی

$$سا_2^2 = سا_3^2 + م^2\cdot\frac{سا_3^2}{جم^2 طہ} - 2\,سا_3^2\cdot م$$

$$= سا_3^2\,(1 + م^2\,قط^2 طہ - 2م)$$

$$= سا_3^2\,(م^2 + م^2\,مس^2 طہ + 1 - 2م)$$

$$= سا_3^2\left\{م^2\,مس^2 طہ + (م-1)^2\right\} \qquad \dots\dots\dots (13)$$

(۴) اور (۵) کی رو سے (۱۳) میں $سا_3$ کے لیے درج کرنے سے

$$سا_2^2 = \frac{1}{4}\,سا_1^2\,جم^2 ع\left\{م^2\,4\,مس^2 ع + (م-1)^2\right\}$$

$$= م^2\,سا_1^2\,جب^2 ع + \frac{1}{4}\,سا_1^2\,جم^2 ع\,(م-1)^2 \qquad \dots\dots\dots (14)$$

اب پتیوں کی استعداد

$$ع = \frac{ک}{\frac{1}{2}سا_1^2}\cdot ج = \frac{1}{2}\,جم^2 ع\,(1+م) \qquad \dots\dots\dots (15)$$

جبکہ م = ۱ تو مساوات (۱۲)، (۱۴) اور (۱۵) علی الترتیب (۷)، (۹)، اور (۱۰) میں تحویل ہونگے۔

دوسری صورت — فرض کرو $سا_1$ کی صرف مقدار متعین ہے۔ طہ اور فہ متعین ہیں لیکن مساوی نہیں۔ تب رگڑ کی مزاحمت کو نظر انداز کر دینے سے

$$\text{ج ط}^{\text{۲}} = \text{ج ب}^{\text{۲}} + \text{ا ج}^{\text{۲}} - \text{۲ ج ب} \times \text{ا ج جم فہ}$$

$$\text{سہ}_{\text{۲}}^{\text{۲}} = \text{سہ}_{\text{۲}}^{\text{۲}} + \text{سہ}_{\text{۴}}^{\text{۲}} - \text{۲ سہ}_{\text{۱}}\,\text{سہ}_{\text{۴}}\text{ جم فہ} \quad \ldots\ldots\ldots (\text{۱۶})$$

اِس صورت میں سہ₂ اقل ہوگی جبکہ ج ب × ا ج اعظم ہو یعنے جبکہ ا ج = ج ب اور مثلث ا ب ج مساوی الساقین ہوگا۔

لہذا ط = ۲ عہ

$$\therefore \text{ا ج} = \text{ج ب} = \frac{\text{ا ب}}{\text{۲ جم عہ}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{۲ جم}\frac{\text{ط}}{\text{۲}}}$$

$$\text{یا سہ}_{\text{۴}} = \text{سہ}_{\text{۲}} = \frac{\text{سہ}_{\text{۱}}}{\text{۲}}\text{ قط عہ} = \frac{\text{سہ}_{\text{۱}}}{\text{۲}}\text{ قط }\frac{\text{ط}}{\text{۲}} \quad \ldots\ldots\ldots (\text{۱۷})$$

اور (۱۶) اور (۱۷) کی رو سے

$$\text{سہ}_{\text{۲}}^{\text{۲}} = \text{۲}\frac{\text{سہ}_{\text{۱}}^{\text{۲}}}{\text{۴}}\text{ قط}^{\text{۲}}\frac{\text{ط}}{\text{۲}} - \text{۲}\frac{\text{سہ}_{\text{۱}}^{\text{۲}}}{\text{۴}}\text{ قط}^{\text{۲}}\frac{\text{ط}}{\text{۲}}\text{ جم فہ}$$

$$= \frac{\text{سہ}_{\text{۱}}^{\text{۲}}}{\text{۴}}\text{ قط}^{\text{۲}}\frac{\text{ط}}{\text{۲}}\left(\text{۲} - \text{۲ جم فہ}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (\text{۱۸})$$

(۱۹۳) اب فی ثانیہ فی پونڈ بھاپ کا کیا ہوا کام

$$\text{ک} = \frac{\text{سہ}_{\text{۳}}}{\text{ج}}\left(\text{سہ}_{\text{۴}}\text{ جم ط} + \text{سہ}_{\text{۵}}\text{ جم فہ}\right)$$

(۱۷) کی رو سے سہ₄ اور سہ₅ کے لیے درج کرنے سے

$$\text{ک} = \frac{\text{سہ}_{\text{۱}}^{\text{۲}}}{\text{۴ ج}}\text{ قط}^{\text{۲}}\frac{\text{ط}}{\text{۲}}\left(\text{جم ط} + \text{جم فہ}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (\text{۱۹})$$

پتیوں کی استعداد یہ ہوگی

$$\text{ع} = \frac{\text{ک}}{\frac{\text{۱}}{\text{۲}}\text{سہ}_{\text{۱}}^{\text{۲}}}\cdot\text{ج}$$

$$= \frac{\text{۱}}{\text{۲}}\text{ قط}^{\text{۲}}\frac{\text{ط}}{\text{۲}}\left(\text{جم ط} + \text{جم فہ}\right)$$

$$= \frac{\text{جم طہ} + \text{جم فہ}}{۲\,\text{جم}^۲ \frac{\text{طہ}}{۲}}$$

$$= \frac{\text{جم طہ} + \text{جم فہ}}{۱ + \text{جم طہ}} \quad \dots\dots\dots\dots (۲۰)$$

لہذا اس صورت میں اعظم استعداد کے لیے ضروری ہے کہ

$$\text{سہ}_۳ = \frac{\text{سہ}_۱}{۲} \,\text{قط}\, \frac{\text{طہ}}{۲} \quad \dots\dots\dots \text{(اوپر کا ۱۷)}$$

$$\text{ک} = \frac{\text{سہ}_۱^۲}{۴\,\text{ج}} \,\text{قط}^۲ \frac{\text{طہ}}{۲} (\text{جم طہ} + \text{جم طہ}) \quad \dots\dots \text{(اوپر کا ۱۹)}$$

$$\text{ع} = \frac{\text{جم طہ} + \text{جم طہ}}{۱ + \text{جم طہ}} \quad \dots\dots\dots \text{(اوپر کا ۲۰)}$$

رگڑ کا اثر ــ سہ۵ = م سہ۴ لکھنے سے مندرجۂ بالا جملہ حسب ذیل ہوگا

$$\text{سہ}_۳ = \frac{\text{سہ}_۱}{۲} \,\text{قط}\, \frac{\text{طہ}}{۲} \quad \text{مثل سابق ملاحظہ ہو (۱۷)}$$

$$\text{ک} = \frac{\text{سہ}_۱^۲}{۴\,\text{ج}} \,\text{قط}^۲ \frac{\text{طہ}}{۲} (\text{جم طہ} + \text{م جم فہ}) \quad \dots\dots (۲۱)$$

$$\text{ع} = \frac{\text{جم طہ} + \text{م جم فہ}}{۱ + \text{جم طہ}} \quad \dots\dots\dots (۲۲)$$

پرے کی رفتار کا اثر استعداد پر ـ سہ۵ = سہ۴ فرض کرنے سے شکل ۹۴ کی رو سے

$$\text{سہ}_۲^۲ = \text{سہ}_۴^۲ + \text{سہ}_۳^۲ - ۲\,\text{سہ}_۴\,\text{سہ}_۳\,\text{جم فہ} \quad \dots\dots\dots (۲۳)$$

اور $س_۴^۲ = س_۱^۲ + س_۳^۲ - ۲ س_۱ س_۳ \text{ جم عہ}$ .... (۲۴)

(۲۴) کو (۲۳) میں درج کرنے سے

$$س_۲^۲ = س_۱^۲ + س_۳^۲ - ۲ س_۱ س_۳ \text{ جم عہ} + س_۴^۲ - ۲ س_۴ \text{ جم فہ} \sqrt{س_۱^۲ + س_۳^۲ - ۲ س_۱ س_۳ \text{ جم عہ}}$$

$$= س_۱^۲ + ۲ س_۳^۲ - ۲ س_۱ س_۳ \text{ جم عہ} - ۲ س_۳ \text{ جم فہ} \sqrt{س_۱^۲ + س_۳^۲ - ۲ س_۱ س_۳ \text{ جم عہ}}$$

$$\therefore ع = \frac{س_۲^۲ - س_۱^۲}{س_۱^۲}$$

$$= ۲ \frac{\left\{س_۳^۲ - س_۱ س_۳ \text{ جم عہ} - س_۳ \text{ جم فہ} \sqrt{س_۱^۲ + س_۳^۲ - ۲ س_۱ س_۳ \text{ جم عہ}}\right\}}{س_۱^۲}$$

(۱۹۳) $س_۳ = ن س_۱$ لکھیں جہاں $ن < ۱$ تو

$$ع = ۲ \frac{\left\{ن^۲ س_۱^۲ - ن س_۱^۲ \text{ جم عہ} - ن س_۱ \text{ جم فہ} \sqrt{س_۱^۲ + ن^۲ س_۱^۲ - ۲ ن س_۱^۲ \text{ جم عہ}}\right\}}{س_۱^۲}$$

$$= ۲ ن \left\{ن - \text{جم عہ} - \text{جم فہ} \sqrt{۱ - ۲ ن \text{ جم عہ} + ن^۲}\right\}$$

یا $ع = ۲ ن \left\{\text{جم عہ} + \text{جم فہ} \sqrt{۱ - ۲ ن \text{ جم عہ} + ن^۲} - ن\right\}$ .... (۲۵)

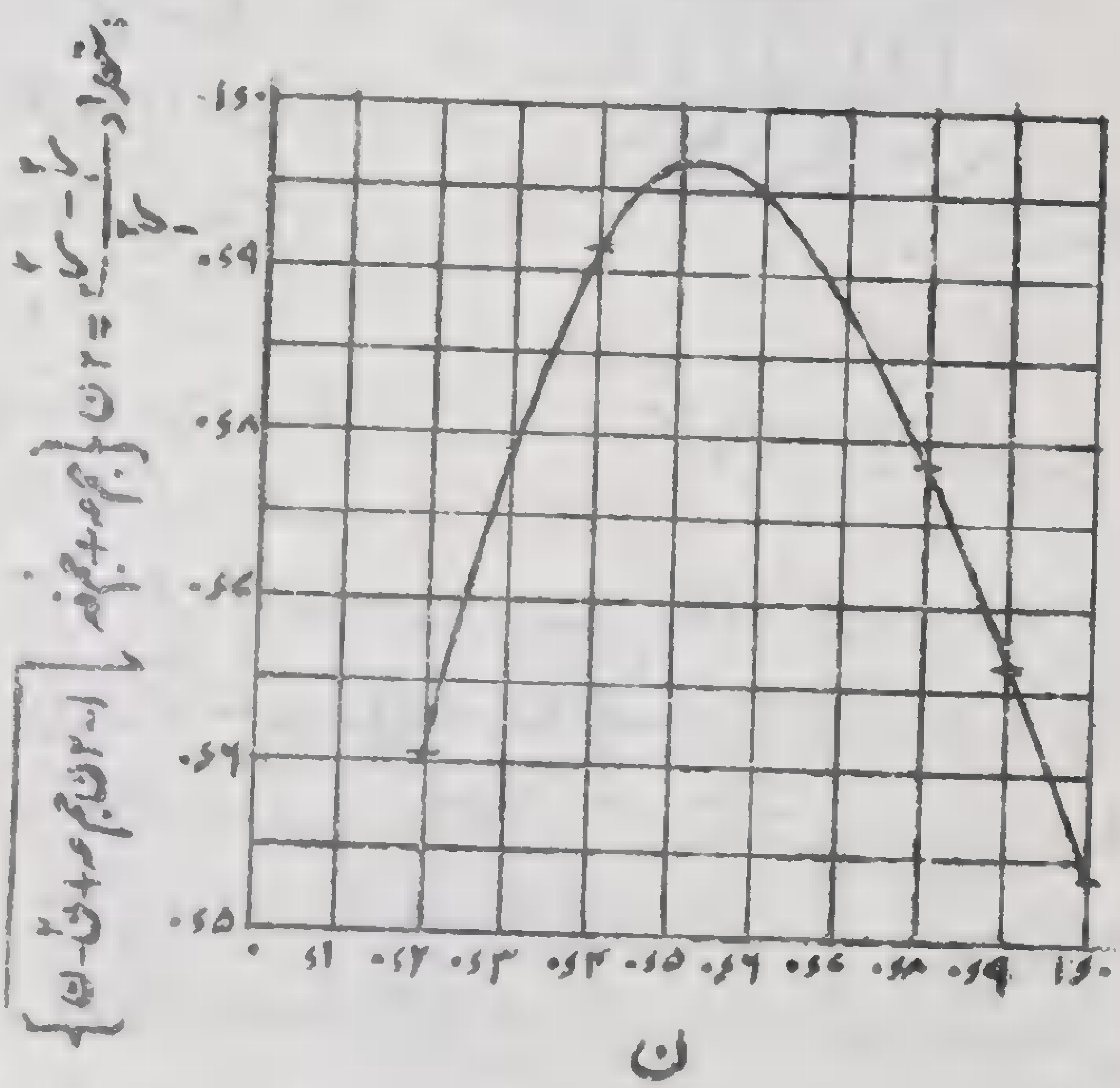
ھ = فہ = ۲۰° لیں تو ذیل کی جدول سے ع کی قیمت ن کی مختلف قیمتوں کے لیے ظاہر ہوتی ہے۔

ن	ع
۰٫۲	۰٫۶۰۴
۰٫۳	۰٫۷۸۹
۰٫۴	۰٫۹۱۳
۰٫۵	۰٫۹۶۶
۰٫۶	۰٫۹۴۹
۰٫۷	۰٫۸۸۰
۰٫۸	۰٫۷۸۴
۰٫۹	۰٫۶۶۶
۱٫۰	۰٫۵۴۰

ن اور ع کی مندرجۂ بالا قیمتوں کی ترسیم شکل ۱۹۴ میں کی گئی ہے جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ تپیوں کی استعداد (رگڑ کو نظر انداز کردینے سے) اس وقت اعظم ہوتی ہے جبکہ ن تقریباً ۰٫۵ کے مساوی ہو، یعنے جبکہ پرے کی رفتار بھاپ کی ابتدائی رفتار کی نصف ہو۔

خاص صورت میں جبکہ ط = ف = ۰ تو بہیئہ کے تپیوں کی رفتار (سہ/۲) اعظم استعداد اکائی کے لیے ۱/۲ ہوتی ہے۔ یہ صورت پلٹن پہیئہ کی طرز کی تپیوں کی ہوگی۔ تمام دوسری غور کردہ صورتوں میں سہ/ہ تقریباً ۱/۲ کے مساوی ہوتی ہے چونکہ ط بہت چھوٹا ہے اس لیے جم ط اور قط ط/۲ دونوں تقریباً اکائی کے مساوی ہونگے۔ (۱۹۴)

ڈی لوال تربین میں بھاپ کی ابتدائی رفتار بہت زیادہ ہوتی ہے۔ (ملاحظہ ہو مثال ۲، صفحہ ۳۰۰) لہذا اگر مندرجۂ بالا قیمت لی جائے تو پتیوں کی رفتار بہت تیز ہوگی۔ پہیئے کے مستوی کے ساتھ ٹونٹی کا میلان (ع) عموماً ۲۰ رکھا جاتا ہے۔ اور چونکہ مرکز گریز قوت بہت زیادہ ہوتی ہے اس لیے پہیہ کم رفتار کے ساتھ



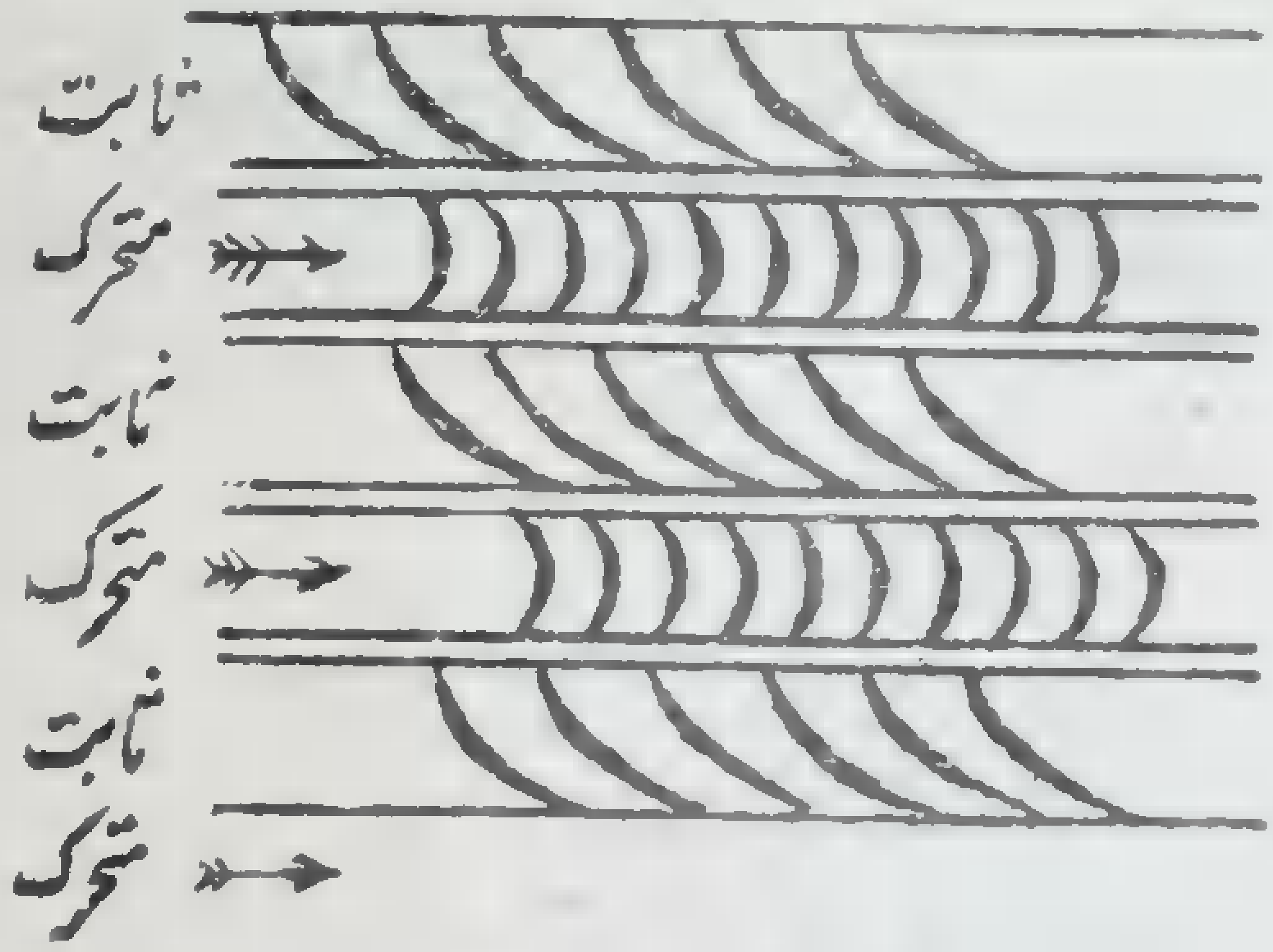
شکل ۹۴

چلایا جاتا ہے جس کی وجہ پتی کی استعداد گھٹ جاتی ہے۔ پتی کی رفتار چھوٹے تربینوں میں ۵۰۰ فٹ فی ثانیہ سے بڑے تربینوں میں ۱۴۰۰ فٹ فی ثانیہ تک بدلتی ہے۔

۱۱۳۔ ضغطی منزل والی تربینیں

— اس طرز کی مشہور تربینیں راٹیو اور زولی ہیں۔ شکل ۹۵ پر

غور کرنے سے ان تربینوں کا اصول سمجھ میں آجائیگا - ابتدائی دباؤ سے اخراج تک کل پھیلاؤ کئی منزلوں میں عمل میں آتا ہے - ہر منزل میں ایک حلقہ ٹونٹیوں کا اور ایک متحرک پتیوں کا مثل ڈی لوال تربین کے ہوتا ہے جس میں بہت کم دباؤ کا تنزل عمل میں آتا ہے - متحرک پتیوں کا ہر ایک حلقہ ایک علٰحدہ



شکل ۹۵ - رتیو طرز کی پتیاں

پہیہ پر ہوتا ہے جو ایک دوّار دھرے پر چابی کے ذریعہ لگایا جاتا ہے اور بھاپ ہر منزل میں متحرک پتیوں پر صرف ایک زور لگاتی ہے - اس ذریعہ سے تربین کی رفتار گھٹائی جاتی ہے - رتیو بین میں تاتیس منازل اور ذولی میں تقریباً دس ہوتے ہیں - اس لیے ایک دی ہوئی بھاپ کے دباؤ کی وسعت کے لیے رتیو تربین بہ نسبت ذولی کے کم رفتار سے حرکت کرتی ہے -

منزلوں کی تعداد کل دباؤ کے تنزل کے لحاظ سے مقرر کی جاتی ہے اس طرح کہ بھاپ کی مطلوبہ رفتار حاصل ہو سکے تاکہ پہیہ کی مناسب رفتار کے ساتھ پتی کی تشفی بخش استعداد حاصل ہو -

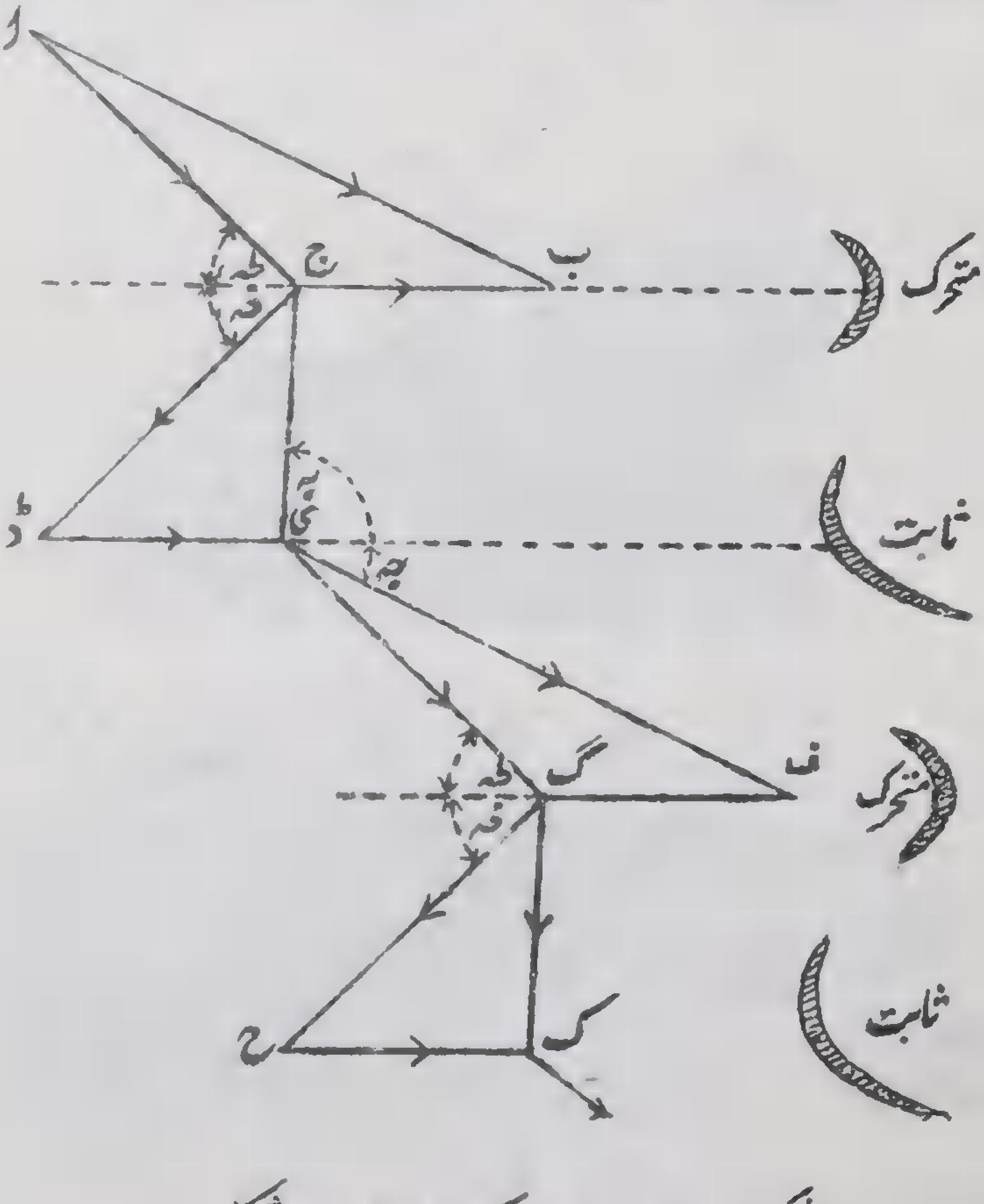
ذولی[۱] نے فی منزل دباؤ کی نسبت $\frac{د_۱}{د_۲}$ = ۱٫۳ کا انتخاب کیا جس کی وجہ استعداد اور عملی ساخت کی کفایت کا بہترین مجموعہ حاصل ہوتا ہے - جہاں $د_۱$ اور $د_۲$ بھاپ کے ابتدائی اور آخری دباؤ ایک ہی منزل میں کے ہیں - اگر بھاپ کا ابتدائی دباؤ ۱۰ اکرۂ ات ہوائی مطلق ہو اور اخراج کا ۰٫۱ کرۂ ہوائی

[۱] - ۔۔ ہو انسٹیٹیوٹ آف میکانیکل انجینیرز کی روئداد میں صفحہ ۶۸۶ جولائی ۱۹۱۱ء

مطلق ہو تو فی منزل اس دباؤ کی نسبت کے لیے نو منزلیں مطلوب ہیں۔ تب بھاپ کی رفتار تقریباً ۱۶۰۰ فٹ فی ثانیہ ہوگی اور تپیوں کی محوری رفتار تقریباً ۷۰۰ فٹ فی ثانیہ مطلوب ہوگی۔

(۱۹۵) ریتو تربین میں بیس تا تیس منزلیں استعمال کرنے سے جو کُل دباؤ کے تنزل پر منحصر ہیں متحرک پتیوں کی رفتار ۲۵۰ فٹ فی ثانیہ تک گھٹ جاتی ہے[1]۔

ریتو اور ذولی کے تربینوں کے لیے رفتار کی شکل، شکل ۹۶ میں بتلائی گئی ہے جو ڈی لوال طرز کی شکل کی متشابہ شکلوں کے سلسلہ پر مشتمل ہے۔ اب بھاپ کی مطلق رفتار کو تعبیر کرتا ہے جبکہ وہ ثابت پروں یا ٹونٹیوں کے پہلے



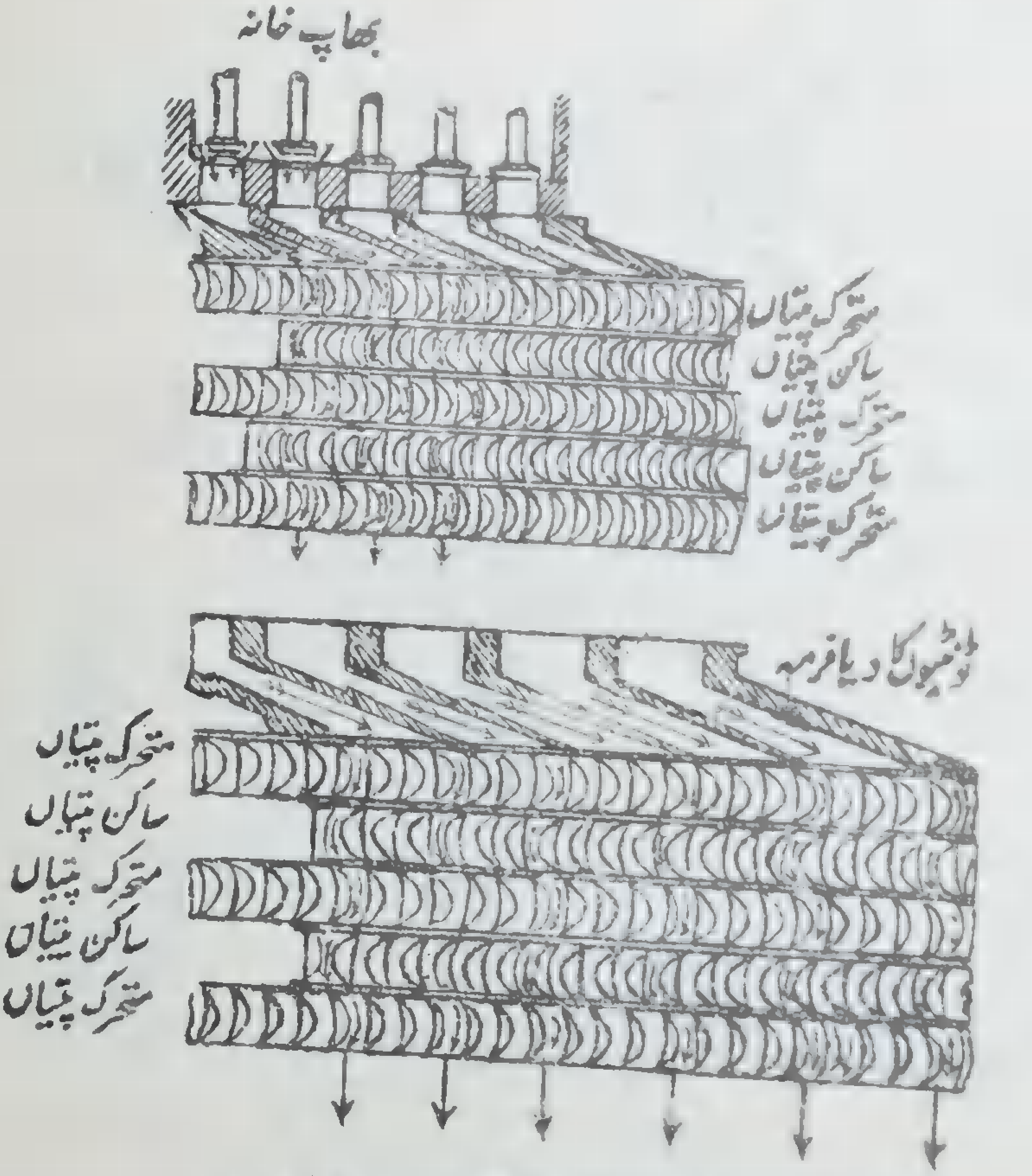
شکل ۹۶ ریتو تربین کے لیے رفتاری شکل

---

[1] ملاحظہ ہو انسٹی ٹیوٹ آف میکانیکل انجینیرنگ کی روئداد، جون ۱۹۰۳ء صفحہ ۳۷۶

جُٹ کو چھوڑتی ہے۔ ج ب متحرک پتیوں کے پہلے جُٹ کی نوکوں کی رفتار کو تعبیر کرتا ہے اور و ج متحرک پتیوں کی اضافت سے بھاپ کی رفتار کو۔ اس لیے پتیوں کا زاویہ (ط در آمد پر) و ج کے متوازی ہونا چاہیے تاکہ بھاپ اس میں بغیر صدمہ کے داخل ہوسکے متحرک پتیوں کی اضافت سے بھاپ کی رفتار نکاس پر ج ڈ سے تعبیر ہوگی۔ اور مطلق رفتار متحرک پتیوں کو چھوڑتے وقت ج ی ہے اور متحرک پتیوں کا زاویہ نکاس پر ' فہ ہوگا۔

مطلق رفتار ج ی کے ساتھ متحرک پتیوں کے پہلے جُٹ کو چھوڑ کر بھاپ ثابت پتیوں کے دوسرے جُٹ سے ٹکرا کر سمت ی ف میں حرکت کرتی ہے اور دباؤ کا تنزل ایسا رکھا جاتا ہے کہ متحرک پتیوں کے دوسرے جُٹ میں داخل ہوتے وقت مطلق رفتار ی ف' و ب کے مساوی رہے یہی عمل مکرر واقع ہوگا۔ اور ی ف گ (۱۹۶)



شکل ۹۷۔ کرٹس ٹربائن کی ٹونٹیوں اور پتیوں کی ترتیب

متحرک پتیوں کے دوسرے جٹ میں داخلہ کی رفتاروں کا مثلث ہے اور گ ح ک رفتاروں کا مثلث نکاس پر۔ ثابت پتیوں کے دوسرے جٹ میں داخلہ کا زاویہ بہ ہے اور نکاس کا زاویہ جہ ۔

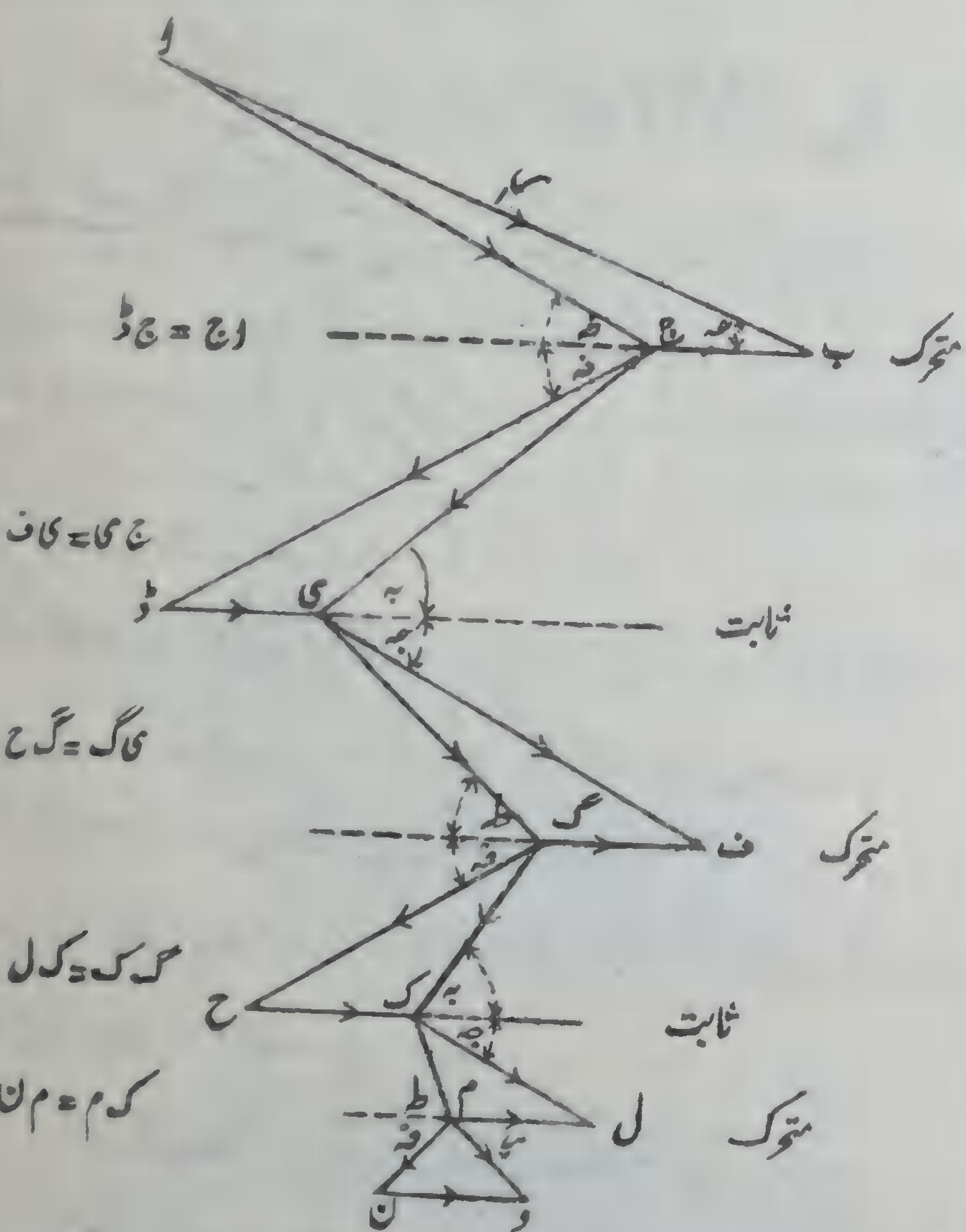
۱۱۴۔ ایک یا زیادہ منازل والی تربینیں جو رفتار کے لیے مرکب کی گئی

اس طرز کی بہترین مثال کرٹس تربین ہے جس کی ٹونٹیوں اور پتیوں کی ترتیب کا شکلی خاکہ شکل ۹۷ میں بتلایا گیا۔ اس مثال میں دو منزلیں دکھائی گئیں جس کی ہر منزل میں ٹونٹیوں کا ایک حلقہ، متحرک پتیوں کے تین حلقے اور ساکن کے دو حلقے۔ ایک منزل کے لیے رفتار کی شکل، شکل ۹۸ میں تبلائی گئی ہے۔ مثل سابق ترقیم استعمال کریں تو طہ اور فہ متحرک پتیوں کے زاویوں کو داخلہ اور اخراج بر علی الترتیب تعبیر کرینگے اور بہ اور جہ ثابت پتیوں کے متناظر زاویوں کو۔ شکل ۹۸ اس مفروضہ پر اُتاری گئی کہ بھاپ کی اضافی رفتار پتیوں کے ہر حلقہ کے داخلہ اور نکاس پر یکساں ہے یعنے $ر_ا = ر_ہ$ (ملاحظہ ہو دفعہ ۱۱۲) اور تمام متحرک پتیوں کی نوکوں کی رفتار بھی مساوی ہے، یعنے

ج ب = ڈی = گ ف = ح ک = م ل

اگر متحرک پتیوں کے پہلے جٹ میں داخلہ کے وقت بھاپ کی مطلق رفتار $ر_ا$ سے تعبیر ہو اور متحرک پتیوں کے آخری جٹ چھوڑتے وقت مطلق رفتار $ر_ہ$ سے تعبیر ہو تو حسب دفعہ ۱۱۲ منزل کی استعداد (نقصانات کو نظر انداز کردینے سے) (۱۹۷)

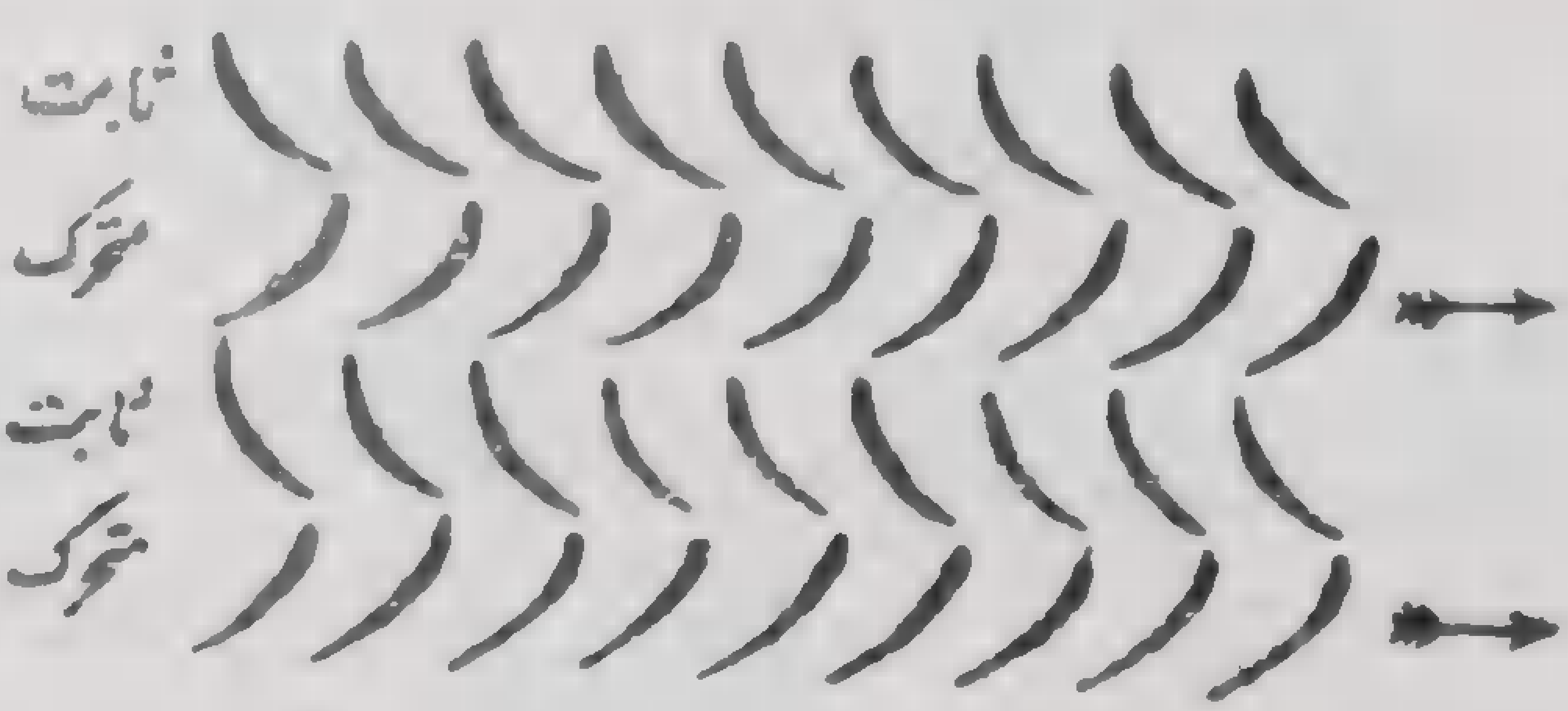
$$\frac{س_۱^۲ - س_۲^۲}{س_۱^۲}$$ ہوگی۔



شکل ۹۸۔ کرٹس ٹربین کی ایک منزل کے لیے رفتار کی شکل

۱۱۵۔ ضعفی منزل کی ردِّ عمل والی ٹربینیں

پارسنس ٹربین[1]:— اگرچہ عام طور پر ردِ عمل والی ٹربین کہلاتی ہے لیکن یہ ٹربین
کچھ تو دھکے سے اور کچھ ردِ عمل سے کام کرتی ہے۔ پتیوں کی ترتیب شکل ۹۹ میں
دکھلائی گئی ہے۔ بھاپ ثابت پتیوں کے پہلے حلقہ میں پھیلتی ہے جہاں سے وہ
(۱۹۸) متحرک پتیوں کے حلقہ میں پہنچائی جاتی ہے تب ثابت پتیوں کے دوسرے حلقہ میں
سے ہو کر دوسرے متحرک پتیوں تک پہنچتی ہے اسی طرح یکے بعد دیگرے شدید دباؤ
سے اخراجی دباؤ تک عمل ہوتا ہے۔ توانائی بالفعل ثابت پتیوں میں پیدا ہوتی ہے
اور متحرک پتیوں میں بھی جبکہ وہ پھیلتی ہوئی بھاپ سے توانائی حاصل کرتی ہیں۔ پتیوں کے
ثابت اور متحرک حلقوں کا ہر ایک جوڑا ایک منزل بناتا ہے اور چونکہ اس طرز کی
ٹربین میں کئی منازل ہوتے ہیں اس لئے بھاپ کی رفتار (اور اس لیے متحرک
پتیوں کی) بہت زیادہ نہیں ہوتی۔



شکل ۹۹۔ پارسنس ٹربین کے لیے پتیوں کی ترتیب

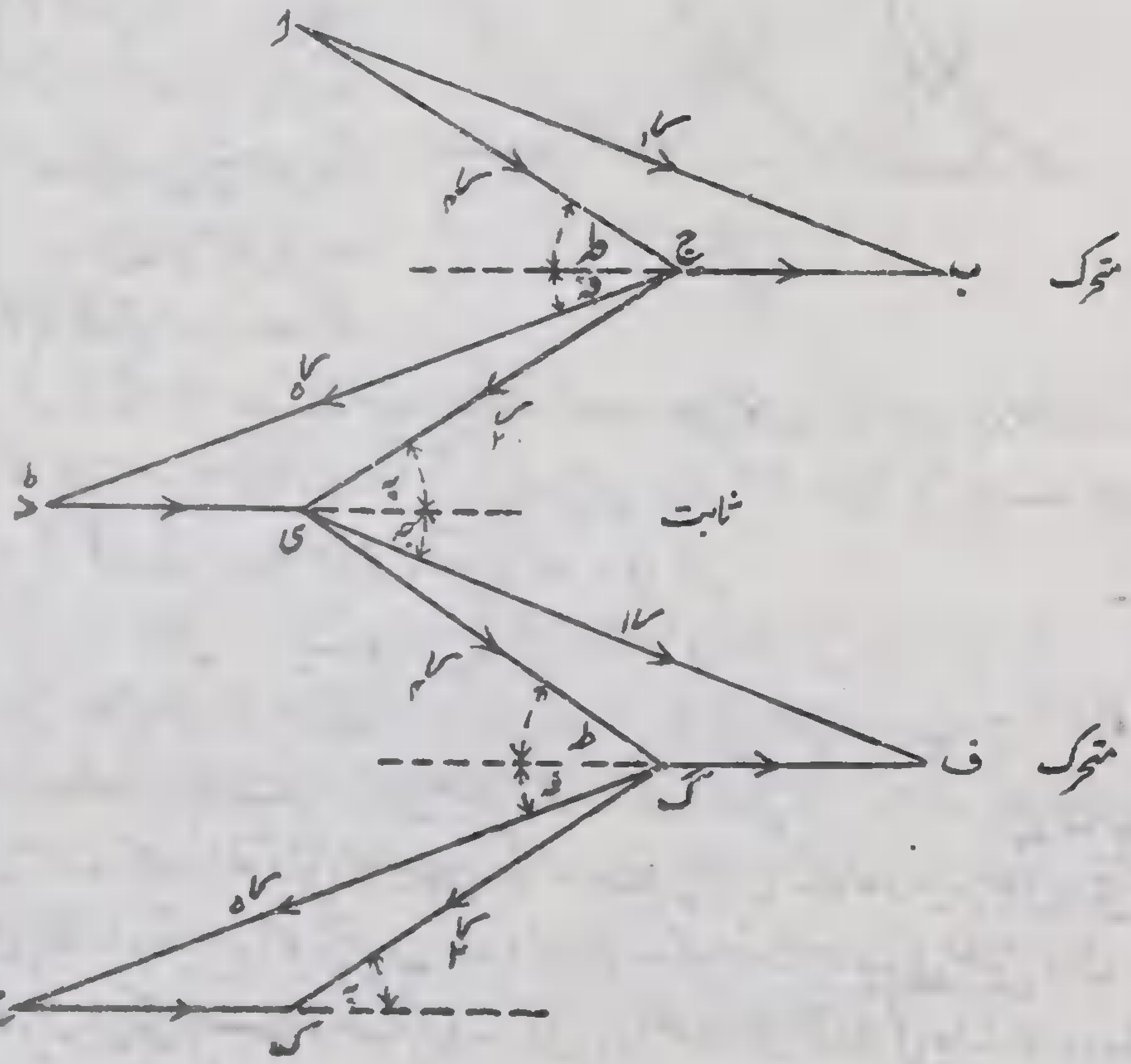
دو منزلوں کے لیے رفتاری شکل، شکل ۱۰۰ میں دکھلائی گئی ہے۔ اب بھاپ کی مطلق رفتار (سا) کو تعبیر کرتا ہے جبکہ وہ ثابت پتیوں میں کی ایک پتی کو چھوڑتی ہے۔ ج ب اس کے بعد کی متحرک پتی کی رفتار کو اور ا ج

[1] اس ٹربین اور دوسری طرزوں کی تفصیل کے لئے ملاحظہ ہو۔ "اسٹیم ٹربین" مصنفہ نیلسن لاگمنس۔

متحرک پتیوں میں داخل ہوتے وقت بھاپ کی اضافی رفتار (سہم) کو-متحرک پتیوں کے، حلقہ میں پھیلاؤ جاری رہنے کے سبب بھاپ کی اضافی رفتار (سہا) ج ڈ سے، اور مطلق رفتار (سہا) ج ی سے تعبیر ہونگے۔ ثابت پتیوں کے دوسرے حلقہ میں رفتار ی ف تک بڑھ جائیگی جو ا ب یا سہا کے مساوی ہے۔ رفتار (سہا) کے ساتھ بھاپ متحرک پتیوں کے دوسرے حلقہ میں داخل ہوتی ہے اور متواتر منزلوں میں یہی عمل مکرر واقع ہوتا ہے اور متحرک اور ثابت پتیوں کے ہر ایک حلقہ میں دباؤ کا تنزل یکساں رہیگا۔

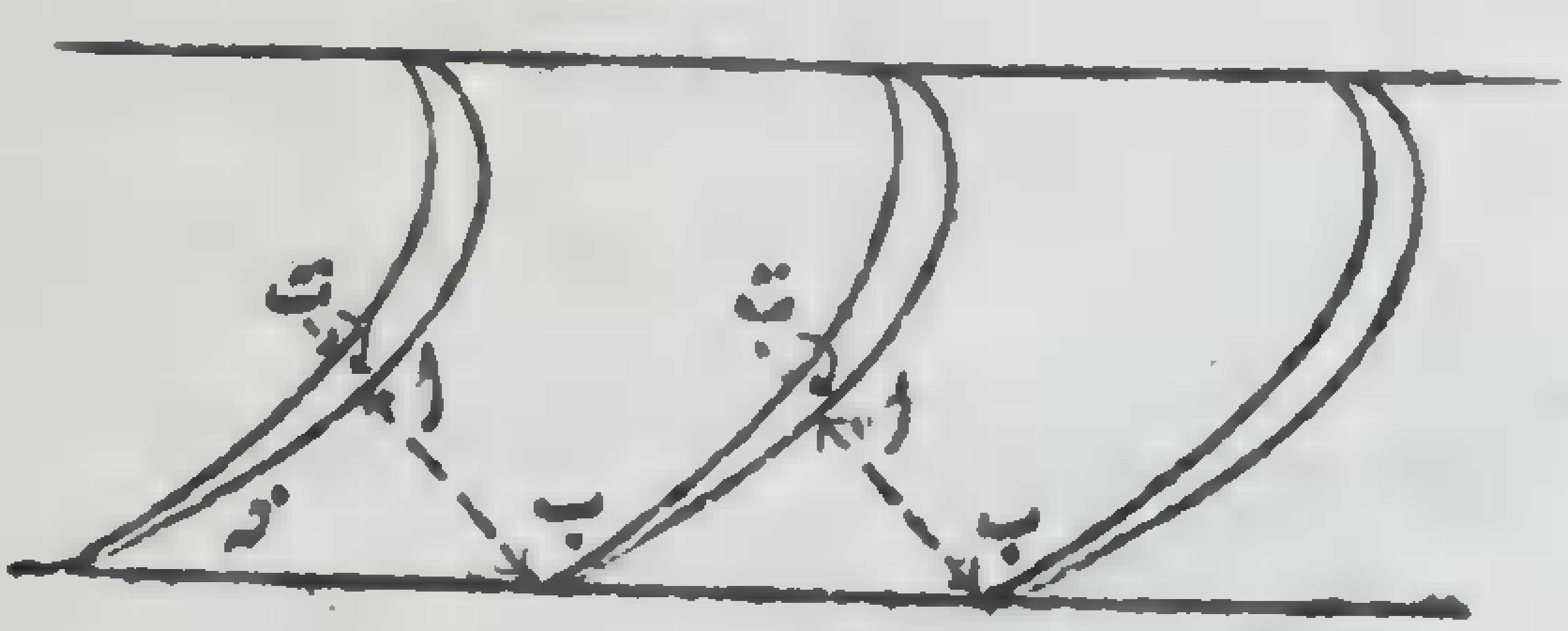
عملاً رفتار (سہا) ہر منزل میں یکساں نہیں رہتی بلکہ تربین میں بھاپ کے بہنے سے مسلسل بڑھتی ہے کیونکہ دباؤ کے تنزل سے بھاپ کا نوعی حجم بڑھتا ہے اور سہا کو ممکنہ طور پر یکساں رکھنے کے لیے بھاپ کے بڑھنے والے حجم کا لحاظ رکھنا ہوگا --- پتیوں کے متحرک حلقے جو دوارہ کے محیط پر لگائے جاتے ہیں نصف قطری سمت میں باہر نکلے ہوئے ہوتے ہیں۔ ثابت پتیوں کے حلقے بیرونی ڈھاپن میں لگائے جاتے ہیں اور متحرک پتیوں کے درمیان نصف قطری سمت میں اندر نکلے ہوئے ہوتے ہیں۔ دوارہ اور بیرونی ڈھاپن کے درمیان کے حلقے میں سے پتیوں کی عمودی تراش کا رقبہ تفریق کر دینے سے جو رقبہ حاصل ہوگا اس میں سے بھاپ گذریگی۔ اس رقبہ کو بڑھانے کے لیے پتیوں کی لانبائی میں، دوارہ اور ڈھاپن کے چند مقامات پر اضافہ کیا جاتا ہے اور قطر اخراج کے طرف درجہ بدرجہ بڑھتا جاتا ہے اور پتیوں کے مختلف حلقوں میں پتیوں کی لانبائی ہر درجہ میں یکساں ہوتی ہے۔

نکاس پر پتیوں کا زاویہ بہت اہمیت رکھتا ہے شکل ۱۰۰ کے ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ ثابت پتیوں سے نکاس کا زاویہ (جہ) جتنا چھوٹا ہوگا چھوڑتے وقت بھاپ کی رفتار (سہا) اتنی ہی زیادہ ہوگی اور متحرک پتیوں کا نکاس کا زاویہ (نہ) جتنا چھوٹا ہوگا، ان کو چھوڑتے وقت بھاپ کی مطلق رفتار (سہ) اتنی ہی کم ہوگی اور اسی لیے متحرک پتیوں کو چھوڑتے وقت بھاپ میں توانائی بالفعل کی مقدار بہت کم رہ جائیگی۔ تب اس سے ظاہر ہے کہ یہ زاویے جتنے چھوٹے ہونگے اتنا ہی بہتر ہے (۱۹۹)
لیکن عملاً اس کی ایک حد ہوتی ہے۔ زاویہ جتنا چھوٹا ہوگا متصلہ پتیوں کے درمیان



شکل ۱۰۰۔ پارسنس ٹربین کے لیے رفتاری شکل

بھاپ کے راستہ کا عرض شکل (۱۰۱) ا ب اتنا ہی کم ہوگا جس کی وجہ سے پتی کی موٹائی ت، ا ب کے تناسب سے زیادہ ہوگی اس لیے زیادہ بھنور پیدا ہونگے جس کی وجہ سے بھاپ کی قابلِ حصول توانائی میں تخفیف ہوگی۔ مزید برآں بہت چھوٹے نکاس کے زاویوں کی وجہ پتیوں میں راستہ کی لانبائی زیادہ درکار ہوگی جس کے سبب رگڑ کی مزاحمت میں اضافہ ہوجائیگا۔



شکل ۱۰۱

اس طرز کے تربینوں میں عموماً انکاس کا زاویہ تقریباً ۲۰° کا بنایا جاتا ہے اور متحرک اور ثابت پتیوں کو ٹھیک ایک ہی طرح کا بنایا جاتا ہے۔ تربین کی پتیوں کو بہت لا بنا کیے بغیر بھاپ کسے واسطے (۲۰۰) رقبہ زیادہ کرنے کے لیے خفیف دباؤ والے سرے پر پتیوں کے آخری چند حلقوں کے بکاسی زاویے بڑھا دیے جاتے ہیں۔ ایسی پتیاں "نیم بازو" یا "پورے بازو" والی کہلاتی ہیں جو اخراجی زاویہ[1] پر منحصر ہوتی ہیں۔

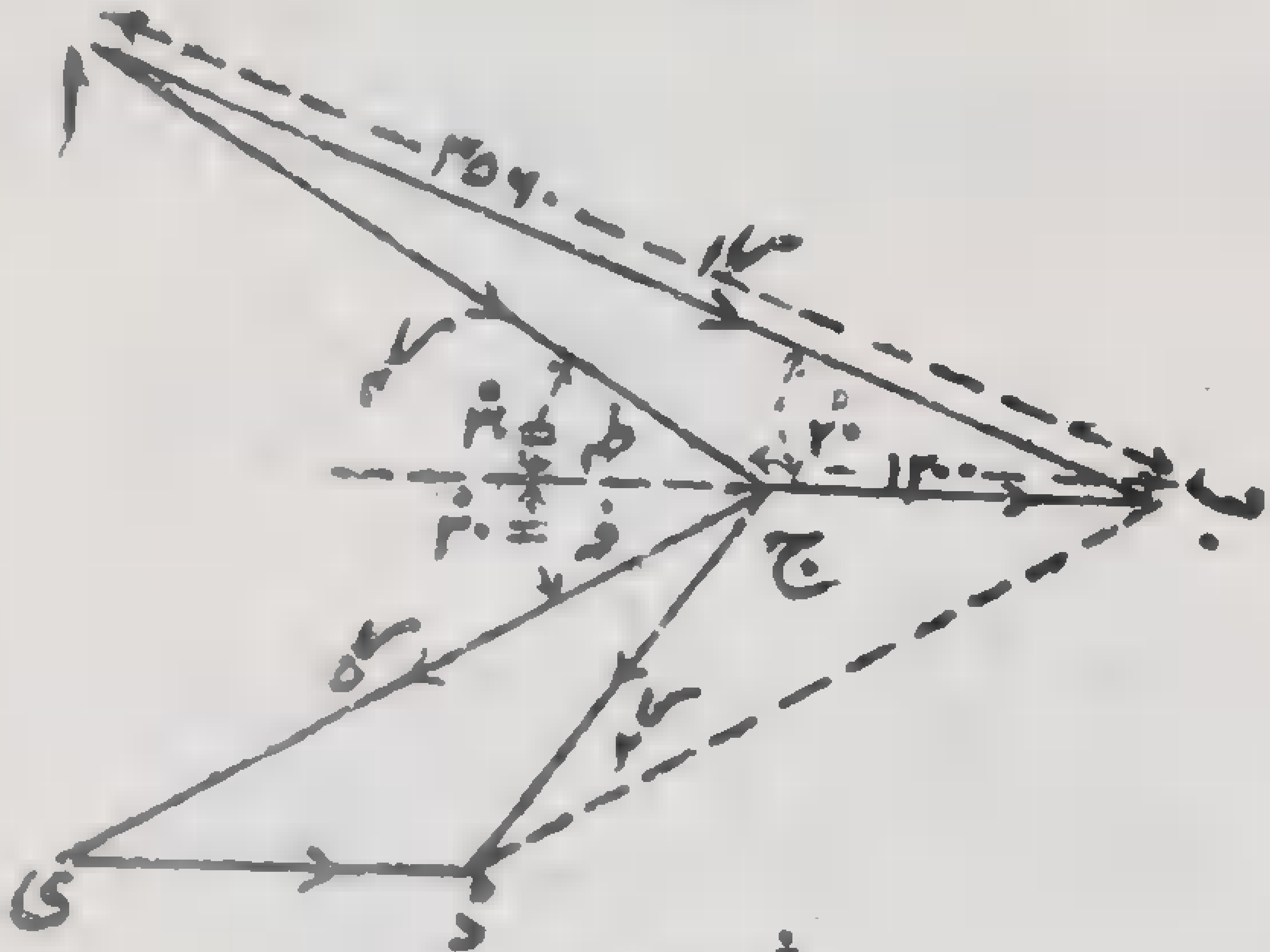
مثال ۱۔ ایک ڈی لوال تربین کے بھاپ خانہ میں دباؤ ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے اور اخراج کا دباؤ ۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق، بھاپ ابتداً خشک اور سیر شدہ لی جائے پتیوں کی محیطی رفتار ۱۲۰۰ فٹ فی ثانیہ ہے اور پتیوں کی حرکت کی سمت کے ساتھ ٹونٹی کا میلان ۲۰° کا ہے۔ پتیوں کے زاویے پتیوں پر فی ثانیہ فی پونڈ بھاپ کیا ہوا کام پتیوں کے اخراج کے وقت بھاپ کی مطلق رفتار اور تربین کی استعداد معلوم کرو۔ رگڑ کی مزاحمت نظر انداز کی جائے اور بہاؤ حر ناگزار فرض کیا جائے۔

مولیر کی شکل سے ہم معلوم کرتے ہیں کہ حرارت کا تنزل ٹونٹی میں ۲۵۳ ب ح - ا ہے اور پہیہ میں داخل ہوتے وقت رفتار

$\sqrt{778 \times 253 \times 64.4} = 3560$ فٹ فی ثانیہ ہے۔

[1] - پتیوں کے زاویوں کی تفصیل کے لیے ملاحظہ ہو "اسٹیم تربین ڈیزائین" مصنفہ جے مارڈ ایڈورڈ ارنالڈ

شکل ۱۰۲ میں رفتاری شکل تبلائی گئی ہے ۔ اس کو پیمانہ پر بنانے سے معلوم



شکل ۱۰۲

ہوگا کہ ط ۳۰° کا ہے، اور ا ج = ۲۴۷۰ فٹ فی ثانیہ ۔ درآمد اور برآمد مساوی زاویوں کے ساتھ ڈی لاوال تربین کی پتیاں تشاکل بنائی جاتی ہیں ۔ لہذا ط = ف ا اور ج ی = ا ج بنانے سے اخراج پر مطلق رفتار ۱۵۳۰ فٹ فی ثانیہ ہوگی ۔

دفعہ ۱۰۱(۳) کی رو سے فی پونڈ بھاپ کا کیا ہوا کام

$$ک = \frac{۱۲۰۰}{۳۲٫۲} \left(۲۴۷۰ \text{ جم } ۳۰^\circ + ۲۴۷۰ \text{ جم } ۳۰^\circ \right)$$

$$= \frac{۰٫۸۶۶ \times ۲۴۷۰ \times ۲۴۰۰}{۳۲٫۲}$$

$$= ۱۵۹۴۰۰ \text{ فٹ پونڈ}$$

$$\text{تب استعداد } \frac{(۳۵۶۰)^۲ - (۱۵۳۰)^۲}{(۳۵۶۰)^۲} = ۰٫۸۱۵ \text{ ہوگی}$$

درآمد اور برآمد زاویوں کی قیمت اور اخراج پر مطلق رفتار حسب ذیل محسوب ہوسکتی ہیں:-

$$سر_۱^۲ = (۱۲۰۰)^۲ + (۳۵۶۰)^۲ - ۲ \times ۱۲۰۰ \times ۳۵۶۰ \text{ جم } ۲۰^\circ$$

$$= ۱۰^۶ (۴۴ء۱۴۴ + ۳۶ء۲۶۷ء۱۲ - ۸ء۰۲۸۸)$$

$$= ۱۰^۶ \times ۶ء۰۸۴۸$$

∴ $س_۴$ = ۲۴۶۶ فٹ فی ثانیہ، جو مندرجۂ بالا نتیجہ کے مساوی ہے۔

نیز $\frac{\text{جب ط}}{۳۵۶۰} = \frac{\text{جب ۲۰}}{۲۴۶۶}$ (۲۰۱)

$$\text{جب ط} = \frac{۳۵۶۰ \times ۰ء۳۴۲}{۲۴۶۶} = ۰ء۴۹۳۵$$

∴ $\text{ط} = \text{جب}^{-1}\ ۰ء۴۹۳۵ = ۲۹ء۶^\circ$

اور $س_۲^۲ = (۱۲۰۰)^۲ + (۲۴۶۶)^۲ - ۲ \times ۱۲۰۰ \times ۲۴۶۶ \text{ جم } ۲۹ء۶^\circ$

$$= ۱۰^۶ (۱ء۴۴ + ۶ء۰۸۴۸ - ۵ء۱۴۸۶)$$

$$= ۱۰^۶ \times ۲ء۳۵۶۲$$

∴ $س_۲$ = ۱۵۳۵ فٹ فی ثانیہ (حسب بالا)

مثال ۲- اگر مندرجۂ بالا تربین میں صرف بھاپ ۳۶۰۰ پونڈ فی گھنٹہ ہو تو تربین کی اسپی طاقت معلوم کرو۔

مندرجۂ بالا پہلی مثال سے کیا ہوا کام فی ثانیہ

$$\frac{۳۶۰۰}{۶۰ \times ۶۰} \times ۱۵۹۴۰۰ \text{ فٹ پونڈ ہے}$$

$$\text{اور اسپی طاقت} = \frac{۱۵۹۴۰۰}{۵۵۰} = ۲۹۰ \text{ ا۔ط}$$

مثال ۳- پہلی مثال میں دی ہوئی تربین کی پتیوں کے زاویے، فی پونڈ بھاپ فی ثانیہ کیا ہوا کام، پہیئے کی رفتار اور استعداد معلوم کرو اگر استعداد ممکنہ طور پر بڑی ہو۔

یہ مثال دفعہ ۱۱۲ پہلی صورت کی ہے $\text{عہ} = ۲۰^\circ$

$س_۱$ = ۳۵۶۰ فٹ فی ثانیہ اور ط = فہ

دفعہ ۱۱۲ (۴) کی رو سے $س_۲ = \frac{۳۵۶۰}{۲} \text{ جم } ۲۰^\circ$

= ۰٫۹۳۹۷ × ۱۷۸۰

= ۱۶۷۳ فٹ فی ثانیہ

دفعہ ۱۱۲ (۵) کی رو سے مس طہ = ۲ مس ۲۰°

= ۰٫۳۶۴ × ۲

= ۰٫۷۲۸

∴ طہ = مس⁻¹ ۰٫۷۲۸ = ۳۶° تقریباً

دفعہ ۱۱۲ (۷) کی رو سے ک = ½ × (۰٫۹۳۹۷ × ۳۵۶۰)² / ۳۲٫۲

= ۱۷۳۸۰۰ فٹ پونڈ

دفعہ ۱۱۲ (۱۰) کی رو سے استعداد = (جم ۲۰)²

= (۰٫۹۳۹۷)²

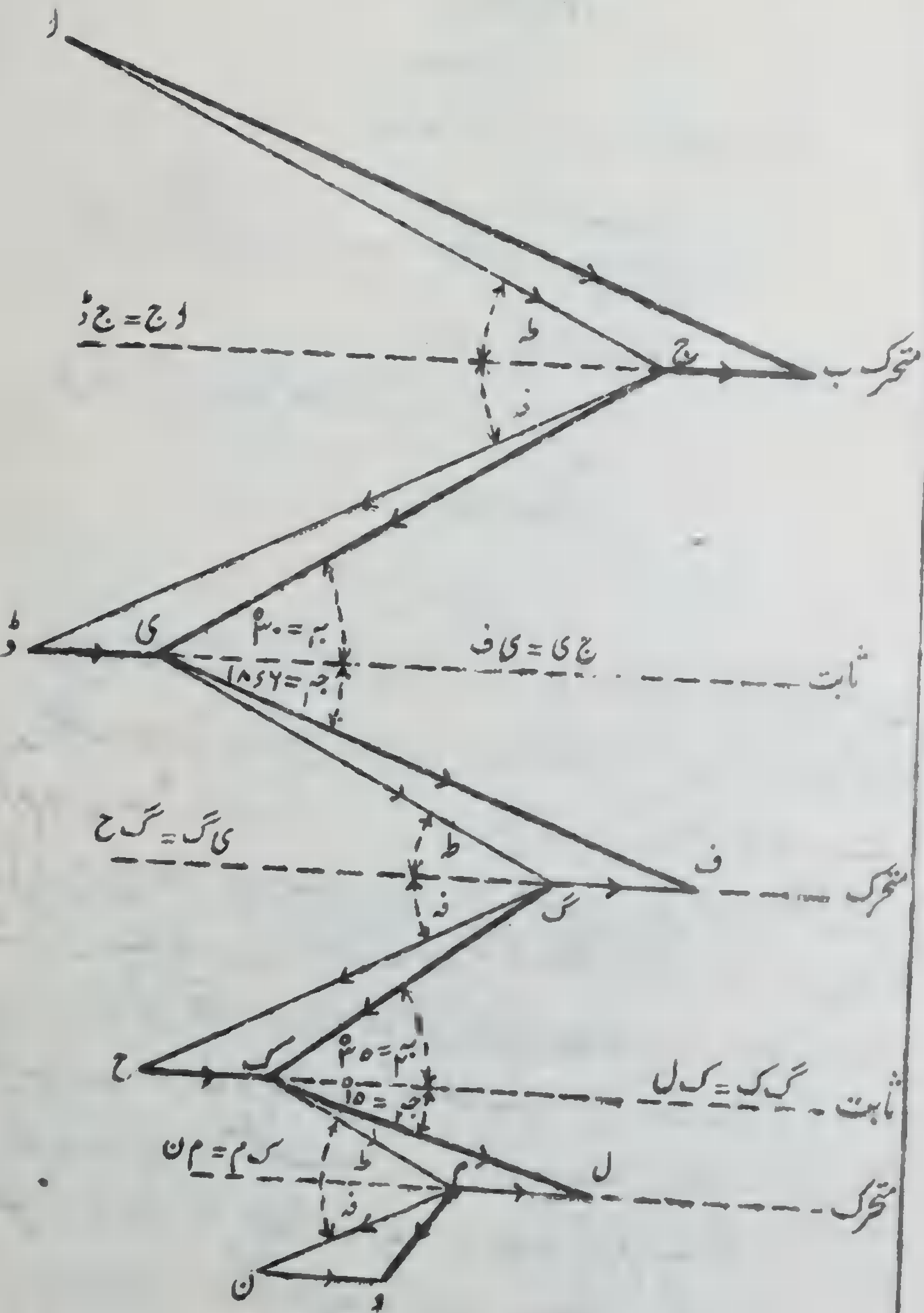
= ۰٫۸۸۳

مثال ۴۔ ایک کرٹس طرز کی دھکہ تربین میں دو منزلیں ایک جٹ ٹونٹیوں کے اور تین متحرک اور دو ثابت پتیوں کے جٹ کے ساتھ ہیں۔ ٹونٹیوں کے پہلے جٹ میں پُرگرم بھاپ حرناگذار طور پر ۱۸۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ اور ۴۷۳ ف سے ۲۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک پھیلائی جاتی ہے۔ متحرک پتیوں کی محوری رفتار ۴۵۰ فٹ فی ثانیہ ہے اور ان کی گردش کے مستوی کے ساتھ ٹونٹیوں کا میلان ۲۰° کا ہے۔ پہلی منزل کے تین متحرک اور دو ثابت جٹوں کی پتیوں کے زاویے معلوم کرو اور آخری متحرک پتیوں کے جٹ کو چھوڑتے وقت بھاپ کی مطلق رفتار کیا ہوگی؟

بھاپ جداول (صفحہ ۸۵۶) کی رو سے ہم معلوم کرتے ہیں کہ ۱۸۰ پونڈ مطلق پر سیری کی تپش ۳۷۳° ف ہے۔ لہٰذا بھاپ پُرگرم ہے ۴۷۳٫۱ − ۳۷۳٫۱ = ۱۰۰° ف۔ مولیر شکل کے ذریعہ ٹونٹیوں سے نکلنے والی بھاپ کی رفتار ۲۸۴۰ فٹ فی ثانیہ ہوتی ہے۔ (۲۰۲)

تین مختلف حالات کے لیے رفتاری شکل اتاری گئی ہے۔ ہر ایک میں رگڑ کا اثر نظر انداز کردیا گیا ہے۔

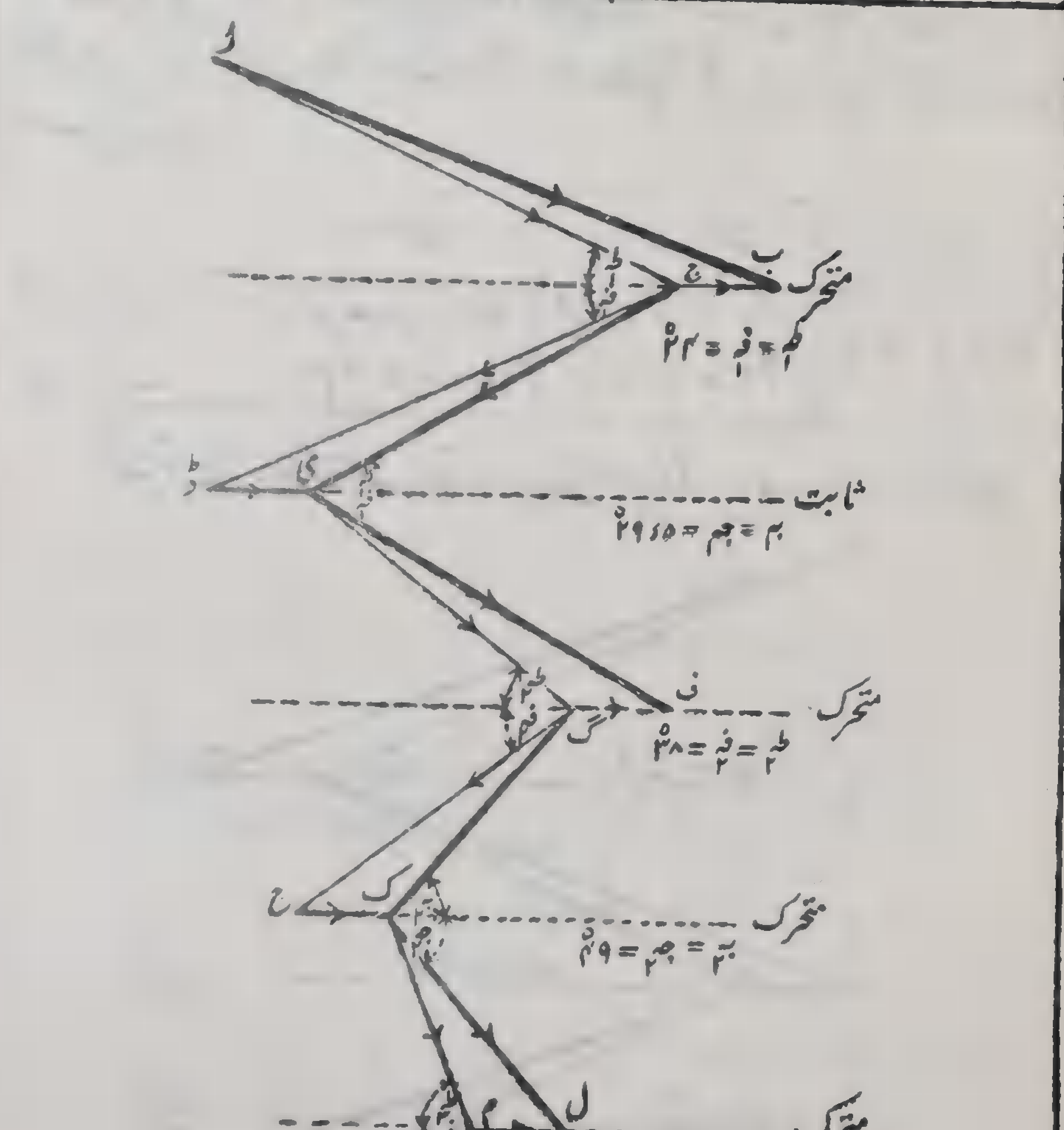
پہلی صورت میں شکل (۱۰۳) پر ہر ایک حلقہ کے لیے درآمد اور برآمد کے زاویے یکساں لے کر تمام متحرک پتیاں تمشاکل بنائی گئیں۔ شکل ۱۰۳ میں جو انہی وضاحت آپ کرتی ہے درآمد کا زاویہ طہ نکاس کے زاویہ (فہ) کے مساوی بنایا گیا اور تمام



شکل ۱۰۳

(۲۰۳) مطلق رفتاریں موٹے خطوط سے تعبیر کی گئیں - حاصل شدہ نتائج حسب ذیل ہیں۔

متحرک پتیاں	ط = ف = ۲۴° ہر حلقہ کے لیے - پہلا حلقہ	دوسرا حلقہ
ثابت پتیاں	زاویہ درآمد ب۱ = ۴۰° زاویہ برآمد ج۱ = ۲۸،۱٦°	زاویہ درآمد ب۲ = ۳۵° زاویہ برآمد ج۲ = ۱۵°



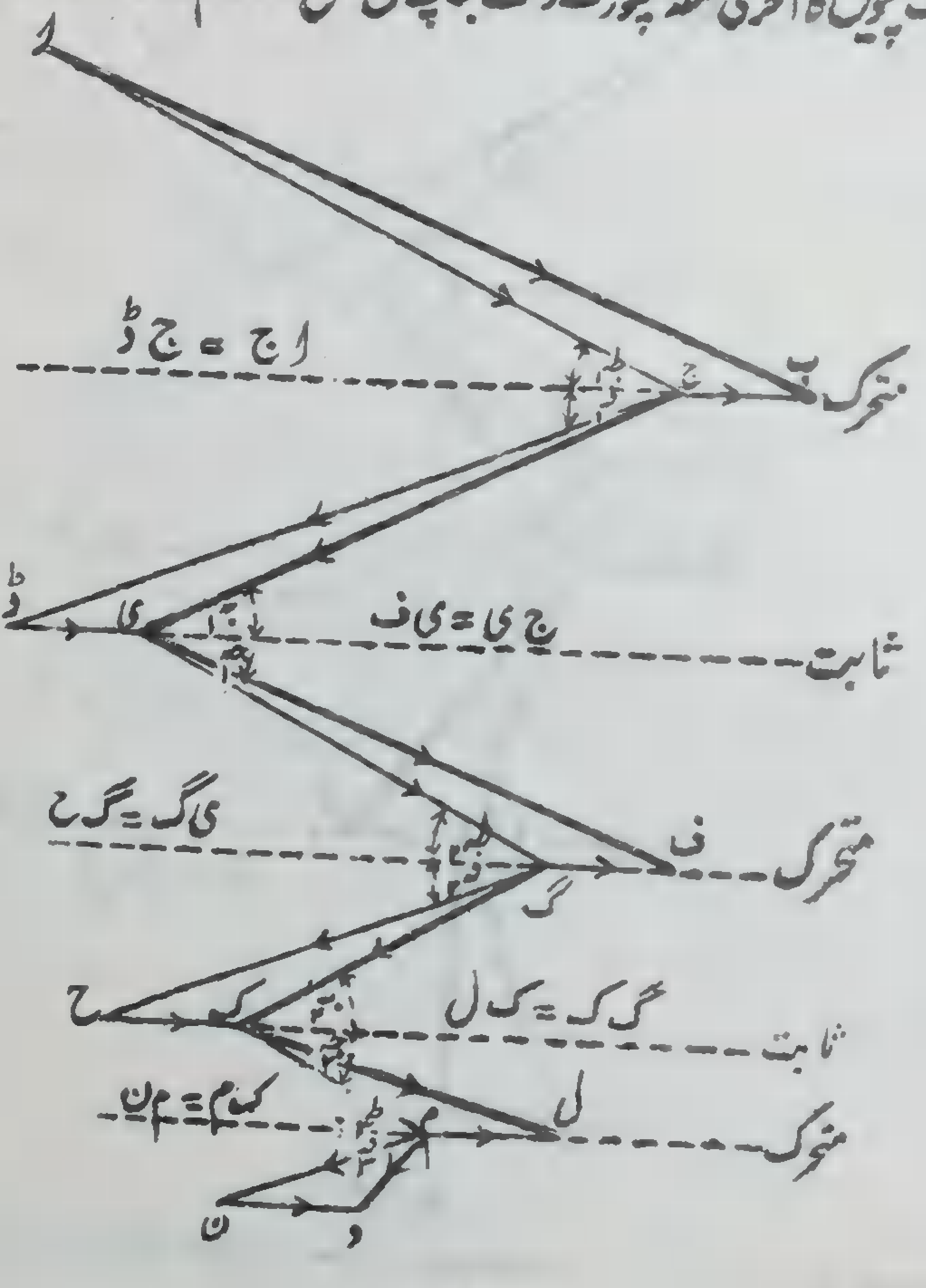
شکل ۱۰۴

متحرک پتیوں کے آخری حلقے کو چھوڑتے وقت بھاپ کی مطلق رفتار (۱۰۳)
م$_۱$ و = ۳۷٫۵ فٹ فی ثانیہ ہوگی۔

دوسری صورت ۔۔۔ اس صورت میں متحرک پتیوں کے ایک ہی حلقہ میں طہ اور ذہ مساوی بنائے جاتے ہیں اور ثابت پتیوں کے ایک ہی حلقہ میں بہ اور جہ مساوی ہونگے لیکن ایک حلقہ میں کے زاویے دوسرے حلقہ میں کے زاویوں سے مختلف ہونگے ملاحظہ ہو شکل (۱۰۴) حاصل شدہ نتائج حسب ذیل ہیں۔

	پہلا حلقہ	دوسرا حلقہ	تیسرا حلقہ
متحرک پتیاں	ط$_۱$ = ف$_۱$ = ۴۴°	ط$_۲$ = ف$_۲$ = ۳۸°	ط$_۳$ = ف$_۳$ = ۹۸°
ثابت پتیاں	ب$_۱$ = ج$_۱$ = ۲۹٫۵°	ب$_۲$ = ج$_۲$ = ۴۹°	

متحرک پتیوں کا آخری حلقہ چھوڑتے وقت بھاپ کی مطلق رفتار م و = ۱۰۰ فٹ فی ثانیہ



شکل ۱۰۵

تیسری صورت۔ اس صورت میں متحرک پتیوں کے تمام حلقوں کے لیے ط اور ف یکساں ہوتے ہیں لیکن ط، ف کے مساوی نہیں ہوتا۔ یعنے متحرک پتیوں کے تینوں حلقوں میں کی پتیاں متشاکل ہوتی ہیں لیکن داخلہ اور نکاسی کے زاویے مختلف ہوتے ہیں۔ اخراج کا زاویہ ف ۲۰° کا مقرر کیا گیا اور اسی لحاظ سے رفتاری شکل اتاری گئی (ملاحظہ ہو شکل ۱۰۵)۔ نتائج حسب ذیل ہیں۔ (۱۰۵)

	پہلا حلقہ	دوسرا حلقہ	تیسرا حلقہ
متحرک پتیاں	زاویہ درآمد $ط_۱$ = ۲۴° زاویہ برآمد $ف_۱$ = ۶۰°	$ط_۲$ = ۲۴° $ف_۲$ = ۲۰°	$ط_۳$ = ۲۴° $ف_۳$ = ۲۰°
ثابت پتیاں	زاویہ درآمد $ب_۱$ = ۲۴° 〃 برآمد $ج_۱$ = ۱۹°	$ب_۲$ = ۲۵.۵° $ج_۲$ = ۲۴°	— —

متحرک پتیوں کا آخری حلقہ چھوڑتے وقت بھاپ کی مطلق رفتار

م و = ۳۴۴۰ فٹ فی ثانیہ۔

۱۱۶۔ بھاپ ٹربینوں میں کے نقصانات —

خاص نقصانات جو واقع ہوتے ہیں ان کی تقسیم حسب ذیل کی جا سکتی ہے۔

(ا) بھاپ کا رساؤ

(ب) حرارت کا رساؤ

(ج) رگڑ کی مزاحمت

(ا) بھاپ کا رساؤ — تمام طرز کے بھاپ ٹربینوں میں بھاپ کا تھوڑا رساؤ متحرک پتیوں کے نوکوں پر سے بغیر ان پر کام کیے ہوتا ہے۔ رساؤ شدہ بھاپ کی ممکن الحصول توانائی جو بالکل ضائع ہوتی ہے۔ اس کی مقدار

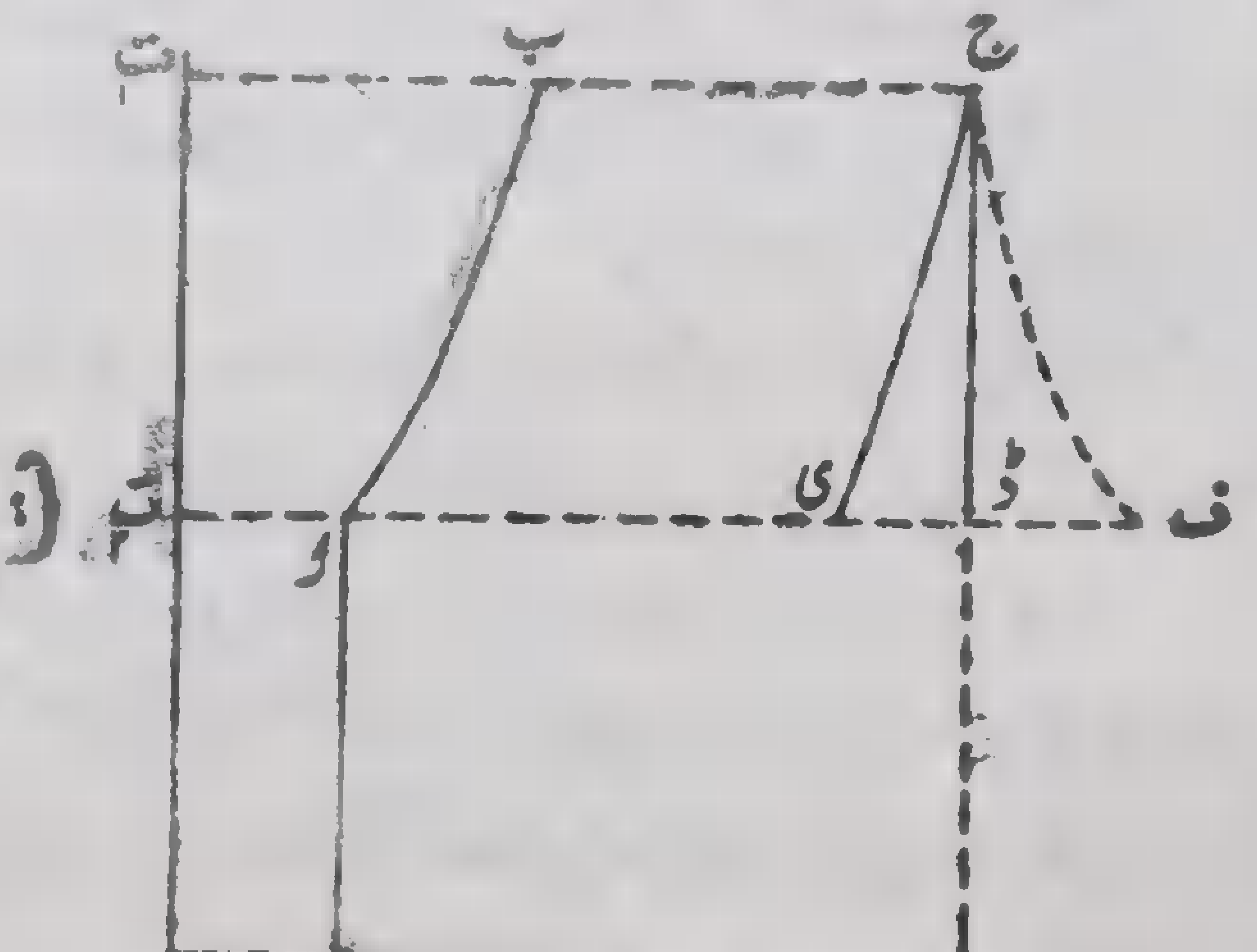
تربین کے طرز پر منحصر ہوگی۔ ڈی لوال تربین میں اس بھاپ کی ممکن الحصول توانائی جو متحرک پتیوں میں داخل نہیں ہوتی بالکل ضائع جاتی ہے چونکہ وہ بغیر مفید کام کیے ٹونٹی سے راست تربین کے ڈھانچن میں داخل ہو جاتی ہے۔

رتیو اور ذولی تربینوں میں (دفعہ ۱۱۳) ہر ایک دور تا پہیّہ علیحدہ خانہ میں ہوتا ہے اور بھاپ کا رساؤ جو ٹونٹیوں کے کسی حلقہ اور بعد کی متحرک پتیوں کے جٹ کے درمیان واقع ہوتا ہے ایک علیحدہ خانہ میں بند ہو جاتا ہے اور وہاں اس کی توانائی بالفعل حرارتی توانائی میں مبدل ہوتی ہے جو بعد کی منزل میں دوبارہ استعمال ہو سکتی ہے۔ اور چونکہ اس رساؤ شدہ بھاپ کی توانائی بالفعل کل ممکن الحصول توانائی کا مقابلۃً بہت چھوٹا حصہ (چونکہ کئی منزلیں ہوتی ہیں) ہوتی ہے اس لیے رساؤ کی وجہ سے کل نقصان باوجود کئی منزلوں کے مقابلۃً بہت تھوڑا ہوگا۔

کرٹس تربین کی صورت میں (دفعہ ۱۱۴) ٹونٹی کے چھوڑنے پر بھاپ کا رساؤ متحرک پتیوں کے پہلے جٹ پر سے عمل میں آسکتا ہے لیکن (برخلاف ڈی لوال تربین کے) اس کی تمام توانائی بالفعل ضائع نہیں ہوگی کیونکہ وہ متحرک اور ساکن پتیوں کے باقی ماندہ حلقوں میں سے مستقل دباؤ کے تحت گذرتی ہے اس لیے متحرک پتیاں کچھ توانائی بالفعل حاصل کر لیتے ہیں، اگرچہ متحرک اور ساکن پتیوں کے متصلہ حلقوں کے درمیان کچھ رساؤ واقع ہوتا ہے تاہم خالص نقصان اس صورت سے کم ہوگا جبکہ یہ حلقے موجود ہی نہ ہوں۔ پارسنس تربین میں رساؤ بہت آسانی سے عمل میں آتا ہے۔ رتیو اور ذولی تربینوں کے برخلاف متحرک پتیوں کے تمام حلقے ایک مشترک تکلہ پر لگائے جاتے ہیں جو ایک ہی خانہ پر ثابت پتیوں کی قطاروں کے درمیان حرکت کرتے ہیں۔ مزید برآں تربین کے سمت میں مسلسل پھیلاؤ، اور دباؤ کا تنزل عمل میں آتا ہے دفعہ (۱۱۵) ہر ایک حلقہ کی متحرک پتیوں کے دونوں جانبوں کے دباؤں کا فرق رساؤ کے میلان میں اضافہ کرتا ہے خصوصاً تربین کے شدید دباؤ والے سرے پر۔ چونکہ تربین کے اس سرے پر پتیوں کی ضروری اونچائی بھاپ کی کثافت اور رقبہ

رساؤ کی وجہ کم ہوتی ہے یعنے متحرک پتیوں کے نوکوں اور بیرونی ڈھانچہ کے
درمیان کا حلقہ جو فراغ کے لیے ضروری ہے پتیوں میں کے کل رقبہ کا بڑا حصہ (۲۰۶)
ہوتا ہے بہ نسبت خفیف دباؤ والے سرے کے جہاں پتی کی بلندی بہت زیادہ
ہوتی ہے۔

(ب) حرارت کا رساؤ — متکافی انجن پر ایک تربین کی فوقیت
کی ایک وجہ یہ بھی ہے کہ جبکہ تربین ایکمرتبہ کام کرنا شروع کردیتی ہے تو ابتدائی
تکثیف عمل میں نہیں آتی مثلاً پارسنس تربین میں دوار پر کے ہر ایک نقطہ کی تپش
یکساں رہیگی اور حرارت کا بہاؤ شدید دباؤ کے سرے سے خفیف دباؤ کے سرے
تک برقرار رہیگا۔ حرارت کی مقدار جس کا رساؤ اس طرح اخراج میں ہوتا ہے کل نقصان
کو تعبیر نہیں کرتی کیونکہ اس کا تھوڑا حصہ بھاپ کو خشک کرنے کے کام میں آتا ہے
جس کی وجہ متحرک پتیوں اور بھاپ کے درمیان رگڑ کی مزاحمت میں تخفیف ہوتی ہے
رساؤ کے سوائے اشعاع اور دھاتی خول سے ایصال کے ذریعہ نقصان واقع ہوتا
ہے۔ حرارت کے رساؤ کا عام اثر تربین کی استعداد پر تپش ناکارگی کی شکل سے دیکھنے
سے معلوم ہوتا ہے۔
شکل ۱۰۶ میں ا ب ج ڈ ایسی شکل کو تعبیر کرتی ہے جس میں حرارت کا



شکل ۱۰۶ ۔ رساؤ حرارت کا اثر

کوئی نقصان نہ ہو اور یہ شکل رینکین کے دور کی ہے جس کا بیان دفعہ ۵۰ میں ہو چکا ہے۔ اگر پھیلاؤ کے پورے دوران میں بھاپ سے حرارت ضائع ہو رہی ہو تو آخری خشکی کی کسر اس صورت کے بہ نسبت کم ہوگی جبکہ پھیلاؤ حرنا گذار ہو اور پھیلاؤ کا خط نقطہ ی پر جو ڈ کے بائیں جانب ہے ختم ہوگا اس طرح کہ $\frac{\text{ا ی}}{\text{ا ف}}$ آخری خشکی کی کسر کو تعبیر کرے۔ اس لیے تپشوں ت۱ اور ت۲ کے درمیان تھوڑی بھاپ کی تکثیف عمل میں آئیگی اور پھیلاؤ کے دوران میں ناکارگی کے نقصان کو تپش کے تنزل کے متناسب فرض کریں تو پھیلاؤ کا خط بجائے حرنا گذار ج ڈ کے ج ی سے تعبیر ہوگا۔ اس لیے تپش ناکارگی کی شکل حرارت کے رساؤ کے ساتھ ا ب ج ی سے تعبیر ہوگی اور یہ رقبہ کام میں مبدل شدہ حرارت کی مقدار کو اور ج ی ڈ حرارت کے رساؤ کی وجہ کے نقصان کو تعبیر کریگا۔

پہنچائی ہوئی حرارت رقبہ گ ا ب ج ح سے تعبیر ہوگی اور تربین کی (۲۰۷)

$$\text{کُل استعداد}\ \frac{\text{رقبہ ا ب ج ی}}{\text{رقبہ گ ا ب ج ح}}\ \text{ہوگی۔}$$

(ج) رگڑ کی مزاحمت — بھاپ تربین میں رگڑ کی مزاحمت میں مسندول پر جیلی رگڑ کا حصہ بہت چھوٹا ہوتا ہے اور اصلی مزاحمتیں بھاپ اور پتیوں کے درمیان کی ہوتی ہیں۔ ثابت ٹونٹیوں میں سے بھاپ کے بہاؤ پر رگڑ کا جو اثر ہوتا ہے اس کا بیان دفعہ ۱۰۷ میں ہو چکا ہے۔ متحرک پتیوں میں کا یہ اثر نکاس پر کی اضافی رفتار کو بہ نسبت داخلہ کے وقت کی اضافی رفتار کے گھٹا دیتا ہے (ر۲ = ھ ر۱) اور اس کا اثر جو پتیوں کی استعداد پر ہوتا ہے اس کی بحث دفعہ ۱۱۴ میں آ چکی ہے۔ دوسرے نقصانات جو واقع ہوتے ہیں وہ رگڑ کی مزاحمت کے باعث ہیں جو بھاپ میں تربین کے پہیہ یا پہیوں کی گردش کے خلاف عمل کرتی ہے اور دوسرا نقصان متحرک پتیوں میں داخلہ کے وقت صدمہ کے سبب ہے۔

متحرک پہیہ یا پہیوں اور بھاپ کے درمیان رگڑ کی مزاحمت چند صورتوں میں بہت زیادہ ہو سکتی ہے۔ اس کی مقدار بھاپ کی کثافت پر جس میں پہیہ گھومتا ہے، بھاپ کی نوعیت پر اور پہیہ کی رفتار پر منحصر ہوتی ہے۔ ڈی لوال تربینوں پر کیے امتحانات کے نتائج سے معلوم ہوتا ہے کہ پہیہ کی رفتار اور بھاپ کی وصف دی ہوئی ہوں تو رگڑ کی مزاحمت بھاپ کی کثافت کی متناسب ہوگی۔ اگر خشک اور سیر شدہ بھاپ استعمال کی گئی ہو تو پھیلاؤ کے بعد وہ تر ہو جائیگی اور اس رطوبت کی وجہ سے رگڑ میں اضافہ ہو جائیگا۔[1] بر گرم بھاپ استعمال کرنے سے جو کفایت حاصل ہوتی ہے وہ بلاشبہ بھاپ میں پانی کی غیر موجودگی کی وجہ سے ہے جس کے سبب رگڑ کی مزاحمت میں تخفیف ہو جاتی ہے۔ بھاپ کا دباؤ اور وصف دیے ہوئے ہوں تو رفتار کے بڑھنے سے مزاحمت سرعت کے ساتھ بڑھتی ہے۔ ڈی لوال طرز کے اگر پہیے ہوں تو رگڑ کا نقصان تقریباً رفتار کے مکعب اور قطر کی پانچویں قوت کے متناسب ہوگا، یعنے اس طرز کے پہیہ کی رگڑ ق^{5} ن^{3} کے متناسب ہے جہاں ق پہیہ کا قطر اور ن گردشوں کی تعداد فی منٹ ہے۔

اب پتیوں کی رفتار ر$_{1}$، ق × ن کے متناسب ہے اس لیے رگڑ کا نقصان ق^{2} × ر$_{1}^{3}$ کے متناسب ہوگا اور پہیہ کی رگڑ کی وجہ مزاحم مروڑ ق ر$_{1}^{2}$ کے متناسب ہوتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں مزاحم مروڑ ایک دی ہوئی رفتار کے لیے پہیہ کے قطر کے متناسب ہوگا یا ایک دیے ہوئے پہیہ کے لیے ر$_{1}^{2}$ کے متناسب ہوگا۔ ادنیٰ رفتاروں پر جو کرٹس تربین میں استعمال ہوتی ہیں رگڑ کا مزاحم مروڑ تقریباً پتیوں کی رفتار کے متناسب ہوگا۔

کل مزاحم مروڑ یعنے جو دوڑتے پہیہ اور بھاپ کے درمیان رگڑ کی مزاحمت کے سبب ہو اور مسندوں پر حیلی رگڑ کے سبب واقع ہو بہ آسانی حسب ذیل طریقہ پر معلوم کیا جا سکتا ہے۔

---

[1] اسکاٹ لینڈ کے انسٹیٹیوٹ آف انجینیرز اینڈ شپ بلڈرز کی روئدادوں میں مسٹر کے اینڈرسن جلد (۴۶) حصہ چوتھا۔

مشین کو ہلکا چلا کر یعنے بغیر بوجھ کے، بھاپ بند کر دی جائے اور رفتار کو ن_1 سے ن_2 تک گھٹنے کے لیے جو وقت (و) درکار ہو معلوم کیا جائے تب زاویئی ابطاء

$$\frac{\text{ن}_1 - \text{ن}_2}{\text{و}} \quad \text{ہوگا}$$

مابعد مشین کو طبعی رفتار ن_1 کے ساتھ ایک معلوم بیرونی بوجھ کے تحت (۲۰۸)
چلایا جائے۔ بھاپ بند کر دی جائے اور مثل پہلے کے رفتار کو ن_1 سے ن_2 تک گھٹنے کے لیے جو وقت (و_1) درکار ہو معلوم کیا جائے۔ اس صورت میں زاویئی ابطاء

$$\frac{\text{ن}_1 - \text{ن}_2}{\text{و}_1} \quad \text{ہوگا}$$

فرض کرو مزاحم مروڑ م ہے اور دھرے پر معلوم بوجھ کا متناظر مروڑ م_1 اور گردشی حصوں کا مجموعی معیار اثر ا

$$\text{تب} \quad \text{م} = \text{ا} \times \frac{\text{ن}_1 - \text{ن}_2}{\text{و}} \quad \ldots\ldots (۱)$$

$$\text{اور} \quad \text{م}_1 + \text{م} = \text{ا} \times \frac{\text{ن}_1 - \text{ن}_2}{\text{و}_1} \quad \ldots\ldots (۲)$$

(۱) کو (۲) میں درج کرنے سے

$$\text{م}_1 + \text{م} = \text{م} \times \frac{\text{و}}{\text{ن}_1 - \text{ن}_2} \cdot \frac{\text{ن}_1 - \text{ن}_2}{\text{و}_1}$$

$$\text{م}_1 + \text{م} = \text{م} \times \frac{\text{و}}{\text{و}_1}$$

$$\therefore \quad \text{م} = \frac{\text{م}_1 \times \text{و}_1}{\text{و} - \text{و}_1} \quad \ldots\ldots (۳)$$

جانچ کے دوران میں اوسط رفتار $\frac{\text{ن}_1 + \text{ن}_2}{۲}$ ہوگی اور اگر معلوم

بریک اسپی طاقت ط ہو اور ن۱ اور ن۲ گردشیں فی منٹ ہوں تو

$$\text{م}_1 \times 2\pi \frac{\text{ن}_1 + \text{ن}_2}{2} = \text{ط} \times 33000$$

$$\therefore \quad \text{م}_1 = \text{ط} \cdot \frac{33000}{\pi(\text{ن}_1 + \text{ن}_2)} \text{ فٹ پونڈ} \quad \ldots\ldots (4)$$

صدمہ کی وجہ سے نقصان ——— عدم صدمہ کی شرط یہ ہے کہ پتیوں کی اضافت سے بھاپ کی حرکت کی سمت پتیوں کے مقام داخلہ کے متوازی ہو (ملاحظہ ہو دفعہ ۱۱۳ صفحہ ۱۹۵)۔ اگرچہ پتیوں کی رفتار اور داخلہ کا زاویہ اس شرط کو پورا بھی کریں تو کچھ صدمہ ضرور واقع ہوتا ہے کیونکہ پتیوں کی موٹائی کچھ ضرور ہوتی ہے اور کچھ بھاپ پتیوں کے داخلہ کے کنارے سے ٹکراتی ہے اس لیے اس کے سبب جو نقصان عمل میں آتا ہے وہ نظر انداز نہیں کیا جا سکتا۔ صدمہ کا عام اثر رگڑ کا سا ہی ہوتا ہے، چونکہ تھوڑی توانائی جو ضائع ہوئی ہے وہ حرارت کی صورت میں بھاپ کو واپس مل جاتی ہے۔

۱۱۷۔ استعداد پر دباؤ کا اثر ——— متکافی انجن کی صورت میں بھاپ کا شدید ابتدائی دباؤ صرفِ بھاپ میں تخفیف کرتا ہے لیکن بھاپ تربین میں ابتدائی دباؤ ایک مقررہ قیمت (۱۸۰ پونڈ فی مربع انچ) سے اگر بڑھ جائے تو صرفِ بھاپ پر بہت تھوڑا اثر ہوگا۔ پارسنس طرز کی تربین میں پتی کی ضروری لانبائی تربین کے شدید دباؤ والے سرے پر چھوٹی ہوتی ہے اور (جیسے دفعہ ۱۱۶ میں بیان ہو چکا ہے) رساؤ کا رقبہ تربین پر کے کسی دوسرے نقطہ کے بہ نسبت، پتی کی لانبائی کا بڑا حصہ ہوتا ہے۔ اس کے سوائے بھاپ کی کثافت بھی زیادہ ہو تو پتیوں میں سے رسنے والی بھاپ کا وزن جو مفید کام نہیں کرتی شدید دباؤ کے سرے پر زیادہ ہوگا۔

جیسے جیسے تربین میں دباؤ گھٹتا ہے پتی کی لانبائی بڑھتی ہے لیکن پتی کی لانبائی کے ساتھ رساؤ کے رقبہ کی نسبت گھٹتی ہے اور دباؤ کے تنزل کے ساتھ (۲۰۹)

بھاپ کی کثافت بھی گھٹتی ہے۔ اس لیے تربین کے خفیف دباؤ والے سرے پر رساؤ بہ نسبت شدید دباؤ والے سرے کے کم ہوتا ہے اور اسی طرح متحرک تیوں اور بھاپ کے درمیان رگڑ کی مزاحمت بھی۔ اس سے صاف ظاہر ہے کہ اس طرز کی تربین میں شدید دباؤ والے حصہ کے بہ نسبت خفیف دباؤ والے حصہ میں بھاپ زیادہ مفید طور پر استعمال ہوتی ہے۔ بہت سی پارسنس تربینوں میں ایک عمدہ حالیہ متکافی انجن کے بہ نسبت صرفِ بھاپ کم ہوتا ہے جبکہ یکساں ابتدائی دباؤ اور یکساں وصف والی بھاپ استعمال کی جائے۔ تربین کے شدید دباؤ والے سرے کی استعداد متکافی انجن کے متناظر حصہ کی استعداد سے کم ہوتی ہے اور چونکہ پھیلاؤ مکثفہ کے دباؤ کے قریب تک جاری رکھا جاتا ہے اس لیے اول الذکر کے خفیف دباؤ والے حصہ کی بہت زیادہ استعداد کے سبب خالص فائدہ حاصل ہوتا ہے۔

ایک دیے ہوئے اخراجی دباؤ کے ساتھ ڈی لوال تربین میں (ایک مقررہ قیمت کے اوپر) بھاپ کے دباؤ کے اضافہ سے ابتدائی ٹونٹی میں سے نکلنے والی بھاپ کی رفتار بڑھ جائیگی۔ اس کے سبب ٹونٹی میں رگڑ کی مزاحمت بڑھیگی اور اس کی استعداد گھٹیگی، بھاپ کی تری میں اضافہ ہوگا اور متحرک پہیہ اور بھاپ کے درمیان رگڑ کی مزاحمت بھی بہت بڑھ جائیگی۔ یہ زائد نقصانات کم و بیش اس مزید کام کی مقدار کا توازن کرینگے جو تربین سے حاصل ہوتا ہے جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ صرفِ بھاپ میں بہت تھوڑی تخفیف ہوگی۔

۱۱۸۔ استعداد پر پُرگرمی کا اثر — تربین میں پُرگرم بھاپ کے استعمال سے جو زائد استعداد حاصل ہوتی ہے وہ اس استعداد سے بہت زیادہ ہوتی جو حرحرکیاتی رُو سے حاصل ہو (ملاحظہ ہو دفعہ ۵۸) اور یہی صورت متکافی انجن کی بھی ہے لیکن جس طریقہ سے یہ مشترکہ نتیجہ حاصل ہوتا ہے وہ دونوں مشینوں میں ایک ہی نہیں ہوتا۔ متکافی انجن کی زائد کفایت زیادہ تر ابتدائی تکثیف کی تخفیف کے سبب، اور غالباً کواڑی کے رساؤ کی تخفیف کے سبب بھی ہوتی ہے (دفعہ ۷۷)۔

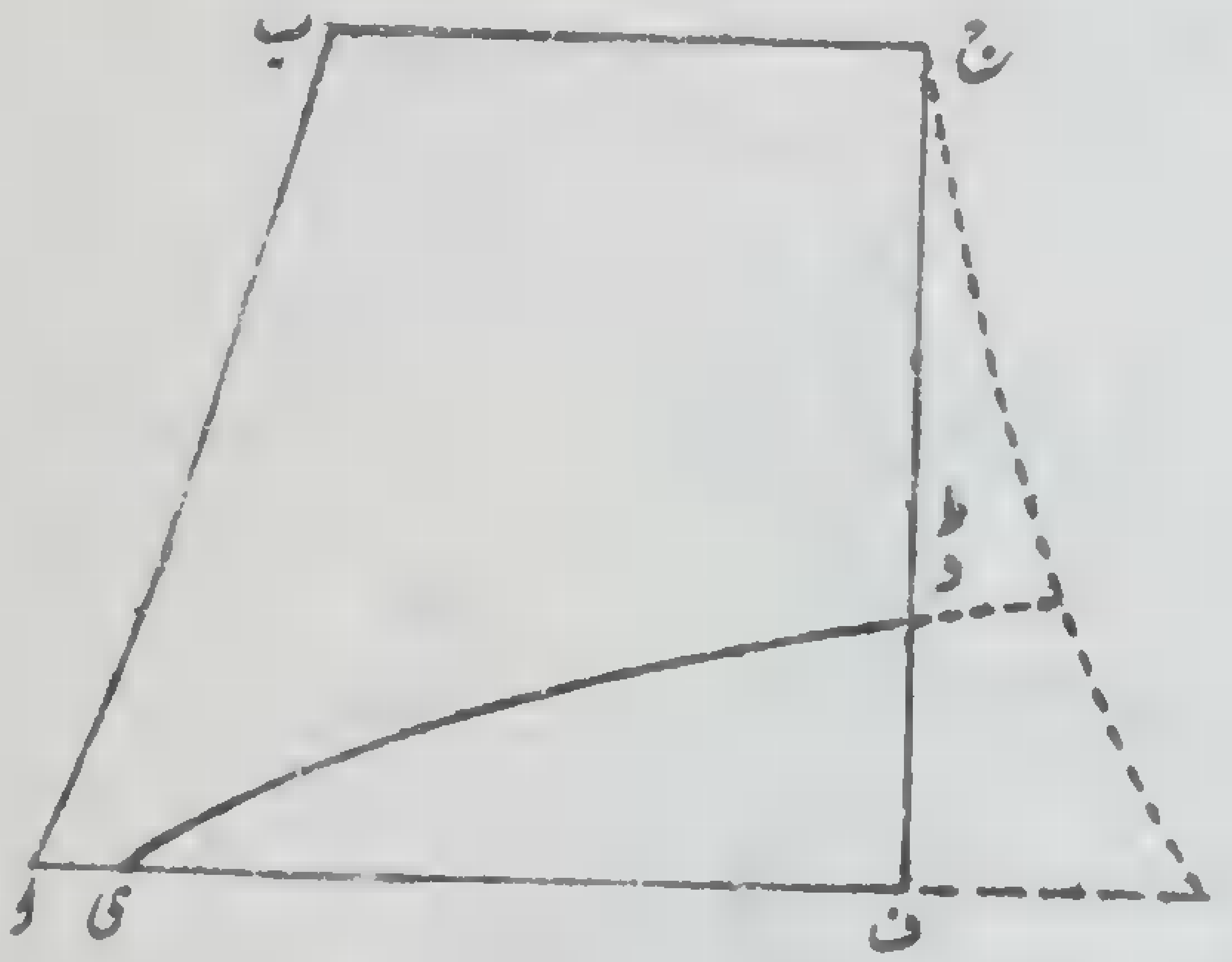
تربین کی صورت میں ابتدائی تکثیف کی کوئی اہمیت نہیں ہے - چونکہ بہت سی صورتوں میں اس کا وجود ہی نہیں کیونکہ تربین اپنی کامل حالت میں آجانے کے بعد اس کے کسی نقطہ پر تپش میں اگر کوئی تغیر ہو تو بہت ہی تھوڑا ہوتا ہے - پُر گرم بھاپ سیال کی رگڑ میں تخفیف کر کے تربین کی استعداد بڑھاتی ہے سیال کی رگڑ اس لیے گھٹتی ہے کہ بھاپ میں کم رطوبت ہوگی بہ نسبت اس کے اگر وہ ابتدائً خشک سیر شدہ ہو - پارسنس طرز کی تربین میں فیصد رساؤ صرف پتیوں کی بلندی کے ساتھ فراغ کی نسبت پر منحصر ہوتا ہے - اس لیے بھاپ کی حالت کچھ ہی ہو وہ یکساں رہیگا یعنے پُر گرم ہو یا سیر شدہ کیونکہ پُر گرم بھاپ کی صورت میں رساؤ شدہ بھاپ کا حقیقی وزن اس کی ادنی کثافت کے سبب کم ہوگا اور کل وزن بھی کم ہوگا اور دونوں کی نسبت مستقل رہیگی - یہ معلوم کیا گیا کہ پارسنس تربین کی استعداد ابتدائی پُر گرمی کے ہر ۱۰° ف کیلئے ایک فیصد بڑھتی ہے -

۱۱۹- استعداد پر خلاء کا اثر

حسب دفعہ ۱۱۷ پارسنس طرز کی تربین میں بھاپ کا رساؤ دباؤ کے تنزل سے گھٹتا ہے اور متکافی انجن کے بہ نسبت تربین بہت کم دباؤ پر بھاپ سے کام کو اخذ کر سکتی ہے اسی سبب متکافی انجن کے بہ نسبت بھاپ تربین، رینکن کے دور کے بہت قریب ہوتی ہے چونکہ اس میں پھیلاؤ زیادہ مکمل ہوتا ہے اور مکثفہ کے دباؤ تک جاری رہتا ہے - متکافی
(۲۱۰) انجن میں دو اہم اسباب کی وجہ پھیلاؤ ۸ پونڈ فی مربع انچ مطلق کے نیچے تک بہت
کم جاری رکھا جاتا ہے، یعنے انجن کی رگڑ کے سبب (دفعہ ۷۵) اور بڑے خفیف دباؤ والے استوانہ کی ضرورت کے سبب تاکہ خفیف دباؤ پر کی بھاپ کے بڑے حجم کو سما سکے جس کی وجہ انجن کی رگڑ میں اضافہ ہوگا اور انجن سے حاصل شدہ مظہرہ کام کی مقدار سے یہ نقصان بڑھ جائیگا -

مفید کام کی یہ مزید مقدار جو پھیلاؤ کو مکثفہ کے دباؤ تک جاری رکھنے کے سبب تربین میں حاصل ہو سکتی ہے وہ تپش ناکارگی کی شکل پر اچھی طرح ظاہر کی جا سکتی ہے - شکل ۱۰۷، ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ابتدائی دباؤ کے لیے

اتاری گئی ہے اور کثیفہ کا دباؤ ۵ء۰ پونڈ مطلق ہے جو ۲۹ انچ پارے کے خلاء کے

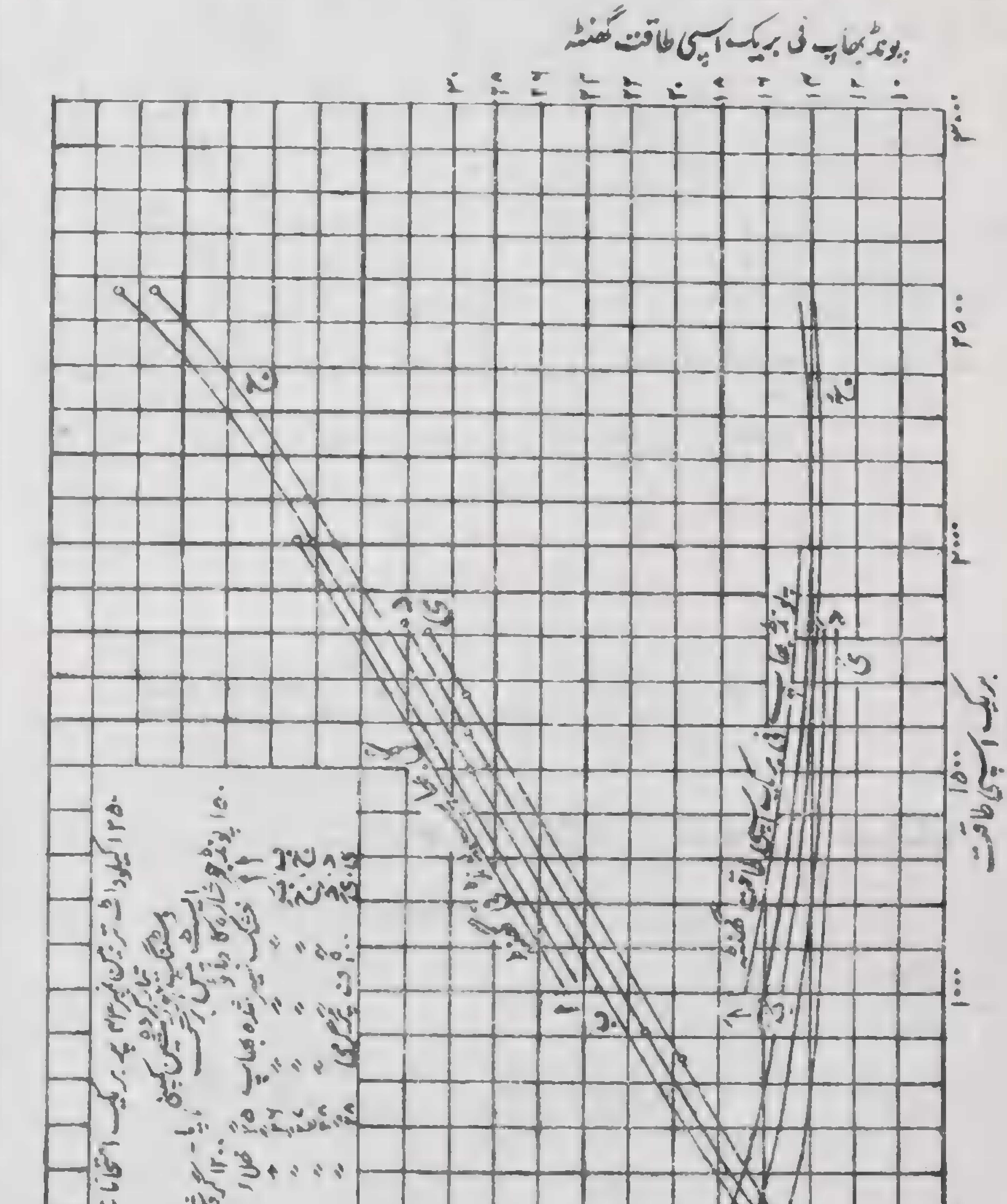


شکل ۱۰۷

متناظر ہے۔ اگر متکافی انجن میں ۸ پونڈ مطلق پر رہائی کا دباؤ لیا جائے تو رقبہ ا ب ج ڈ ی ا پونڈ بھاپ ممکنہ نظری کام کی مقدار کو تعبیر کریگا جبکہ کثیفہ کا دباؤ وہی ۵ء۰ پونڈ مطلق لیا جائے اور رقبہ ا ب ج ف اس ممکنہ کام کو تعبیر کرتا ہے جو تربین میں مکمل پھیلاؤ سے حاصل ہوتا ہے۔ اور رقبہ ڈ ی ف اس فائدہ کو تعبیر کرتا ہے جو تربین میں مکمل پھیلاؤ کے سبب حاصل ہوتا ہے۔ تصوری صورت میں جو زیر غور ہے یہ ۸۲۶۳ ب۔ ح - ا یا ۴۰۰۰۰ فٹ پونڈ فی پونڈ بھاپ ہوگا۔ ایک تربین کسی طرح رنیکن کے تصوری دور کی اتباع نہیں کر سکتی اس لیے حقیقی بچت اس مقدار سے کم ہوگی۔ کثیفہ کا دباؤ اگر بڑھا دیا جائے تو متکافی انجن کے بہ نسبت تربین کی استعداد زیادہ گھٹیگی جو شکل ۱۰۷ کے دیکھنے سے ظاہر ہوگا کیونکہ خط ا ف کے اونچا کرنے سے متکافی انجن پر صرف چھوٹی لانبائی ا ی کا اثر ہوگا، اور تربین پر لانبائی ا ف کا۔

بہت سے امتحانات کے نتائج سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ ہوشارہ کے معمولی دباؤں کے ساتھ (تقریباً ۸۰ تا ۲۰۰ پونڈ مطلق) کثیفہ کے دباؤ میں اگر ۵ء۲ پونڈ مطلق یعنی ۲۵ انچ کے خلاء سے ایک پونڈ مطلق یعنی ۲۸ انچ کے خلاء تک تخفیف کی جائے تو استعداد تقریباً ۱۳ فیصد بڑھ جاتی ہے۔ ایک وسٹنگ ہاؤز پارسنس تربین میں خلاء بڑھانے کا اثر صرف بھاپ پر

(۲۱۱) شکل ۱۰۰ میں دکھلایا گیا ہے جو ۱۲۵۰ کیلو واٹ[۱] تربین پر کے حقیقی امتحانات کو ظاہر کرتا ہے



ل۵ - مسٹر لیف - ہاجکنس کے مضمون سے - انسٹی ٹیوٹ آف میکانیکل انجینیرز کی روئداد میں جون ۱۹۰۲ء، صفحہ ۶۵۳ -

جو کچھ اوپر بیان ہوا ہے اس سے صاف ظاہر ہے کہ تربین سے بہترین نتائج حاصل کرنے کے لیے مکثفہ کا دباؤ عملی طور پر جتنا کم ہو سکے رکھا جائے۔
(۲۱۲) یہ ضروری نہیں کہ سب سے زیادہ ممکنہ خلاء سب سے زیادہ کفایتی ہو کیونکہ ایک حد کے بعد خلاء کو قائم رکھنے کی قیمت میں اضافہ کی شرح پیدا شدہ طاقت میں اضافہ کی شرح سے بڑھ جاتی ہے۔

مثال - خشک سیر شدہ بھاپ ابتدائی دباؤ ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق سے مکثفہ کے دباؤ ایک پونڈ فی مربع انچ مطلق تک پھیلتی ہے۔ فی پونڈ بھاپ ممکنہ کام کی اعظم مقدار معلوم کرو اسی ابتدائی دباؤ کے ساتھ مکمل پھیلاؤ کے بعد دباؤ کیا ہوگا تاکہ کیے ہوئے کام کی مقدار پہلی صورت کی نصف ہو۔

مساوات (۴) دفعہ ۱۰۱ استعمال کرنے سے

$$\text{کیا ہوا کام} = \frac{\text{ن}}{\text{ن}-1} \cdot \text{د}_1 \, \text{حم}_1 \left\{ 1 - \left(\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1} \right)^{\frac{\text{ن}-1}{\text{ن}}} \right\}$$

بھاپ جداول سے ہم معلوم کرتے ہیں $\text{حم}_1 = 2.29$ مکعب فٹ
اور ن = ۱٫۱۳۵ لے کر

$$\text{کیا ہوا کام} = \frac{1.135}{0.135} \times 200 \times 144 \times 2.29 \left\{ 1 - \left(\frac{1}{200} \right)^{\frac{0.135}{1.135}} \right\}$$

$$= 554600 \left\{ 1 - 0.5326 \right\}$$

$$= 554600 \times 0.4674$$

$$= 259200 \text{ فٹ پونڈ}$$

فرض کرو دوسری صورت میں پھیلاؤ کے بعد دباؤ د ہے، تب

$$\frac{1.135}{0.135}\times 200\times 144\times 2.29\left\{1-\left(\frac{\text{د}}{\text{د}_1}\right)^{\frac{0.135}{1.135}}\right\}=\frac{259200}{2}$$

$$554600\left\{1-\left(\frac{\text{د}}{\text{د}_1}\right)^{\frac{0.135}{1.135}}\right\}=129600$$

$$1-\left(\frac{\text{د}}{\text{د}_1}\right)^{\frac{0.135}{1.135}}=\frac{129600}{554600}=0.2336$$

$$\therefore\ \frac{\text{د}}{\text{د}_1}=\left(0.7664\right)^{\frac{1.135}{0.135}}=0.1067$$

$$\therefore\ \text{د}=200\times 0.1067$$

= ۲۱.۳۴ پونڈ فی مربع انچ مطلق

۲۰۰ پونڈ مطلق اور ۲۱ پونڈ مطلق کے درمیان کام کرنے والے متکافی انجن ایک پونڈ بھاپ کی ممکن الحصول توانائی یعنے ۱۲۹۶۰۰ فٹ پونڈ سے اگر زیادہ نہیں تو کم از کم اتنی ہی توانائی استعمال کر سکیگا جو ایک تربین ان ہی مساوی دباؤں کے درمیان کام کر کے استعمال کرتی ہے۔ بعد کے نصف پھیلاؤ میں یعنے ۲۱ پونڈ مطلق سے ۱ پونڈ مطلق تک جہاں تربین کے ممکنات بہت واضح ہیں جیسے کہ بیان ہو چکا ہے متکافی انجن تربین کے برابر ممکن الحصول توانائی (۱۲۹۶۰۰ فٹ پونڈ) استعمال نہیں کر سکتا۔

۱۲۰۔ اخراجی بھاپ تربینیں — مکثف یا غیر مکثف

متکافی انجنوں سے جو بھاپ خارج ہوتی ہے اس سے فائدہ اُٹھانے کے لیے

خفیف دباؤ والی تربین استعمال کی جاتی ہیں تاکہ ممکن الحصول توانائی کا بہت سا حصہ جو ناکمل پھیلاؤ کے سبب ضائع ہو جاتا ہے حاصل کیا جا سکے۔ بھاپ تربینوں کا بہت دلچسپ عمل اس بھاپ کا استعمال ہے جو غیر مسلسل کام کرنے والے انجنوں سے خارج
(۲۱۳) ہوتی ہے۔ مثلاً کولکان لپیٹ انجن اور وہ انجن جو بیلن چکی چلاتے ہیں اور اسی طرح دوسرے انجن پروفیسر ریتو نے اس مسئلہ پر بہت توجہ کی ہے اور خود کے تکوینی جامع کے استعمال سے تشفی بخش نتائج حاصل کیے جو بھاپ کے غیر مسلسل بہاؤ کو خفیف دباؤ والی تربینوں میں داخل ہونے کے قبل بھاپ کی تنظیم کرتا ہے۔

بحری بھاپ تربینوں کے استعمال میں ایک خصوصیت ہوتی ہے جو بری تربینوں میں عام طور پر نہیں پائی جاتی۔ پیش راں کے دھرے کی دھیمی رفتار بغیر گیرے کے حاصل کرنا ایک قابل غور مسئلہ ہے۔ پارسنس طرز کی بحری تربینوں میں پروں کی ضروری رفتار (تقریباً بھاپ کی نصف رفتار ملاحظہ ہو دفعہ ۱۱۲) حاصل کرنے کے لیے یا تو مدارج کی تعداد بڑھائی جاتی ہے یا تربین کا قطر بڑھایا جاتا ہے یا ان دونوں کے ذریعہ۔ مدارج کی تعداد انجن کے کمرہ کی ممکن الحصول لانبائی پر منحصر ہوتی ہے اور اعظم مناسب قطر کمرے کے ناپ کے لحاظ سے مقرر کیا جاتا ہے۔ مدارج کی تعداد دی ہوئی ہو تو بغیر پتیوں کی رفتار میں تبدیلی کیے پتیوں کے حلقوں کے قطر کو بڑھا کر گردش کی رفتار گھٹائی جا سکتی ہے۔ اس کے سبب دیے ہوئے نصف قطری فراغ کے ساتھ بھاپ کے رساؤ کا رقبہ بڑھ جاتا ہے اور وہی راستہ کے رقبہ کے لیے یعنی وہی طاقت کے لیے پتی کی مطلوبہ لانبائی چھوٹے قطروں کے بہ نسبت بڑے قطروں کے لیے کم ہوگی۔ اس لیے پتی کی لانبائی کے ساتھ رساؤ کے رقبہ کی نسبت قطر کے بڑھنے سے بڑھتی ہے۔ اس لیے ایک دی ہوئی طاقت کے لیے موزوں قطر کی ایک حد ہوتی ہے۔ دھیمی چال والے جہازوں میں اگر صرف تربینیں لگائی جائیں تو عموماً گیرائی ضرور استعمال کی جاتی ہے اور تربینیں تیز چلائی جاتی ہیں۔

لہ - اس آلہ کی تشریح کے لیے ملاحظہ ہو پروسیدنگس انسٹی ٹیوٹ آف میکانیکل انجینیرز ۱۹۰۴ء حصہ ۳ صفحہ ۱۷۷، اور پروسیڈنگس انسٹی ٹیوٹ آف میکانیکل انجینیرز ۱۹۰۱ء حصہ ۴ صفحہ ۹۴۵-

اوسط چال والے بڑے جہازوں کے لیے متکافی انجنوں اور ترمینوں کا مجموعہ بہت موزوں ہوتا ہے۔ ایسے نظام میں متکافی انجنوں کے لیے (جو اوسط چال سے دوڑتے ہیں) شدید دباؤ والی بھاپ استعمال کی جاتی ہے اور اخراج خفیف دباؤ والی ترمینوں کے کام میں آتا ہے جو مطلوبہ دھیمی رفتار سے چلائی جاتی ہیں اور انجنوں کی لانبائی اور قطر بڑے نہیں ہوتے۔

۱۲۱۔ بھاپ ترمینوں کے لئے تحکم

— بہت سی بھاپ ترمینوں پر تحکم داخلہ کی صدر کواڑی کے پاس بھاپ کو خناق کرنے سے عمل میں آتا ہے۔ ڈی لاوال ترمین میں بوجھ کے وسیع تغیرات کے لیے ٹونٹیوں کی تعداد عموماً ہاتھ سے، لیکن بعض اوقات خودکار طور پر بدلی جاتی ہے لیکن دیے ہوئے بوجھ کے چھوٹے تغیرات کے لیے ٹونٹیوں کی تعداد بدلے بغیر داخلہ کے پاس بھاپ خناق کی جاتی ہے اور حاکم مرکز گریز طرز کا ہوتا ہے۔

ریٹو ترمین میں تحکم کا طریقہ طبعی رفتار سے گھٹ جانے یا بڑھ جانے پر منحصر ہوتا ہے۔ ترمین کی طبعی رفتار میں تھوڑا اضافہ یا تخفیف کرنا ہو تو مرکز گریز حاکم کے ذریعہ داخلہ کی کواڑی کے پاس بھاپ کو خناق کرنا پڑتا ہے۔ رفتار میں گھٹاؤ زیادہ ہو تو حاکم داخلہ کی کواڑی پر عمل کرنے کے علاوہ ایک کواڑی کو کھول دیتا ہے جس کے ذریعہ شدید دباؤ والی بھاپ ترمین کے ایک درمیانی حصہ میں داخل ہوتی ہے اس طرح زائد بوجھ قائم رکھا جا سکتا ہے۔ اور رفتار بہت زیادہ ہو جائے تو ثابت پتیوں کے پہلے حلقے کے جس میں بھاپ داخل کی جاتی ہے بھاپ راستوں کی تعداد کو حاکم بدل دیتا ہے درآنحالیکہ داخلہ کی کواڑی پر بھی عمل کرتا ہے۔

ذوپی ترمین پر تحکم داخلہ کی کواڑی کے پاس خناق کرنے سے (۲۱۴) ہوتا ہے لیکن زائد بوجھ کے لیے شدید دباؤ والی بھاپ دوسری یا تیسری منزل کی ٹونٹیوں میں راست داخل کی جاتی ہے۔ ایک اور مفاجن حاکم بھی استعمال کیا جاتا ہے جو ترمین میں داخل ہونے والی تمام بھاپ کو بند کر دیتا ہے جبکہ اس کی رفتار طبعی رفتار سے ۱۰ فیصد بڑھ جائے۔

لے۔ ملاحظہ ہو آنریبل سی۔ اے۔ پارسنس اور مسٹر آر۔ جے واکر کا مضمون۔ ٹرانس انسٹی ٹیوٹ سیول انجینئرز اپریل ۱۹۰۸ء

کرٹس تربین پر تحکم پہلی منزل میں شدید دباؤ کی ٹونٹیوں کی تعداد بدلنے سے ہوتا ہے جس میں بھاپ داخل کی جاتی ہے۔ حاکم ان ٹونٹیوں کی کواڑیوں کے کھلنے اور بند ہونے پر حکومت کرتا ہے لیکن کواڑیاں خود برق کے ذریعہ یا تربین کے دھرے سے یا کسی اور ذریعہ حرکت میں لائی جاتی ہیں۔

پارسنس تربین میں داخلہ کی کواڑی میں سے بھاپ معاون حاکم کے ذریعہ جو مرکز گریز یا برقی طرز کا ہوسکتا ہے جھوکوں کے سلسلہ کی شکل میں پہنچائی جاتی ہے جھوکوں کی تعداد تقریباً ۱۰۰ سے ۴۰۰ تک تربین پر بوجھ کے لحاظ سے بدلتی ہے۔ ایک مفاجن حاکم بھی لگایا جاتا ہے جو تمام بھاپ کو اگر رفتار طبعی رفتار سے ۱۰ فیصد بڑھ جائے تو بند کر دیتا ہے۔ تربین پر کے زائد بوجھ کے لیے ایک امدادی کواڑی میں سے تربین کے ایک درمیانی نقطہ پر بھاپ داخل کی جاتی ہے۔ ولینس پارسنس تربین پر بجائے جھوکوں کے خناق کے ذریعہ تحکم کیا جاتا ہے۔

امثلہ نمبری (۹)

(۱) ڈی لوال تربین کے بھاپ خانہ میں کا دباؤ ۱۴۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے اور اخراج کا دباؤ ۳ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے۔ بھاپ ابتداءً خشک اور سیر شدہ ہے۔ پتیوں کی محیطی رفتار ۱۲۰۰ فٹ فی ثانیہ اور پتیوں کی حرکت کی سمت کے ساتھ ٹونٹیوں کا میلان ۲۰° کا ہے۔ معلوم کرو

پتیوں کا زاویہ، پتیوں پر کیا ہوا کام فی پونڈ بھاپ فی ثانیہ، پتیوں سے اخراج کے وقت بھاپ کی مطلق رفتار اور پتیوں کی استعداد۔ بہاؤ حرنا گذار فرض کیا جائے اور رگڑ کے نقصانات نظر انداز کر دیے جائیں۔

(۲) مثال (۱) کی تربین میں معلوم کرو، پتیوں کے زاویے، فی پونڈ بھاپ فی ثانیہ کیا ہوا کام، پتیوں کی رفتار اور استعداد اگر استعداد ممکنہ طور پر زیادہ ترین ہو۔ تمام نقصانات نظر انداز کیے جائیں۔

(۳) ۱۴۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق ابتدائی دباؤ اور ۱۶۰° ف بیش گرمی کی بھاپ ایک

ڈی لوال تربین میں پہنچائی جاتی ہے جس کے اخراج کا دباؤ ۳ پونڈ فی مربع انچ مطلق ہے۔ پتیوں کی حرکت کی سمت کے ساتھ ٹونٹیوں کا میلان ۲۰° کا ہے اور پتیوں کی محوری رفتار ۱۲۰۰ فٹ فی ثانیہ ہے۔ معلوم کرو پتیوں کا زاویہ، پتیوں کی استعداد، پیدا شدہ اسپی طاقت اگر صرفِ بھاپ فی گھنٹہ ۱۸۰۰ پونڈ ہو۔

(۴) مسئلہ (۱) حل کرو اگر رگڑ کا اثر ایسا ہو کہ پتیوں سے اخراج پر بھاپ کی اضافی رفتار داخلی رفتار کا ۹ ء۰ ہو (یعنے رفتار کی قدر ۹ ء۰)۔

(۵) کرٹس طرز کی ایک دھکہ تربین میں دو مدارج ہیں جس میں ٹونٹیوں کا ایک جٹ، متحرک پتیوں کے تین جٹ اور ساکن پتیوں کے دو جٹ ہیں۔ خشک سیر شدہ بھاپ ٹونٹیوں کے پہلے جٹ میں ۲۰۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ سے ۴۰ پونڈ مطلق تک پھیلتی ہے۔ متحرک پتیوں کی حرکت کی سمت کے ساتھ ٹونٹیوں کا میلان ۲۰° ہے۔ اور رفتار ۵۰۰ فٹ فی ثانیہ تو پہلی منزل میں تین متحرک اور دو ساکن جٹوں کی پتیوں کے زاویے معلوم کرو اور متحرک پتیوں کا آخری جٹ چھوڑتے وقت بھاپ کی مطلق رفتار دریافت کرو۔ ہر چھلے میں متحرک پتیوں کے داخلہ اور نکاس کے زاویے مساوی بنائے جائیں۔

(۶) کرٹس تربین کی پہلی منزل میں ٹونٹیوں سے خارج ہونے والی بھاپ کی رفتار ۲۵۰۰ فٹ فی ثانیہ ہے۔ اس منزل میں پتیوں کا ایک ثابت چھلہ اور دو متحرک چھلے ہیں اور پتیوں کی اوسط محوری رفتار ۵۰۰ فٹ فی ثانیہ ہے۔ نکاس کے زاویے حسب ذیل ہیں۔ ٹونٹی سے ۲۰°، پہلے متحرک چھلہ سے ۲۲°، ثابت چھلے سے ۲۰°، دوسرے متحرک چھلہ سے ۲۴°۔

اس منزل میں فی پونڈ بھاپ فی ثانیہ اسپی طاقت معلوم کرو۔ متحرک اور ثابت چھلوں کے لیے رفتار کی قدر ۸ ء۰ لی جائے۔

دسواں باب (۲۱۵)

ہوا فشارندوں اور موٹروں کا نظریہ[لہ]

۱۲۲۔ دبی ہوا کے ذریعہ انتقالِ طاقت

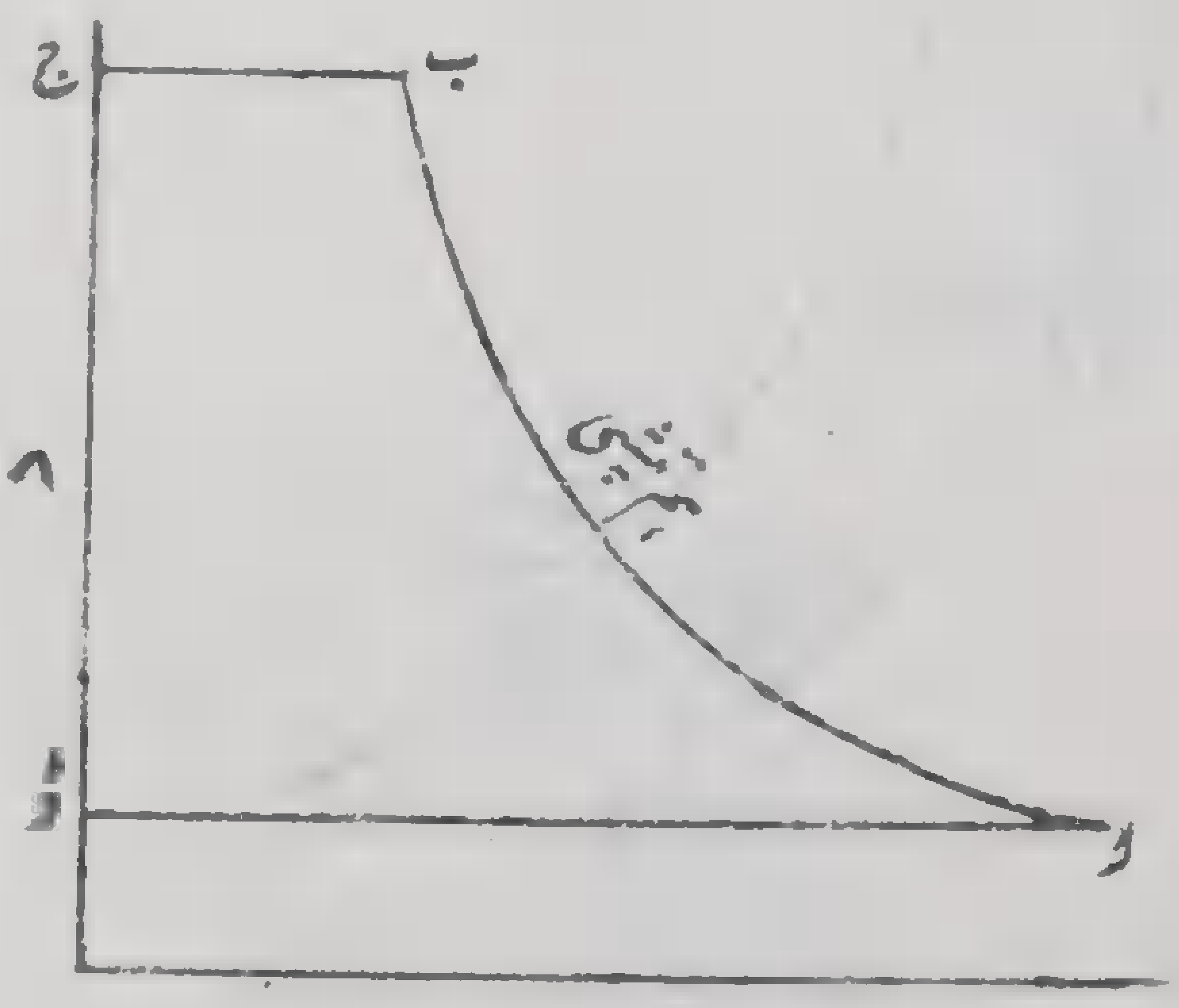
طریقۂ عمل مختصراً حسب ذیل ہے۔ فشارندوں میں مطلوبہ دباؤ تک ہوا پچکائی جاتی ہے۔ ٹھنڈا کرنے کے بعد ہوا رسد کی نلیوں میں لائی جاتی ہے تب وہ موٹر کے استوانہ میں کام کرتی ہوئی پھیلتی ہے جس طرح کہ بھاپ، بھاپ انجن کے استوانہ میں عمل کرتی ہے۔ تصوری پلانٹ ہوا کو ہم تپشی طور پر پچکائیگا اور تب دبی ہوا کو موٹر کے استوانہ میں ہم تپشی طور پر پھیلا کر کام میں لائے گا۔ اس صورت میں ظاہر ہے کہ کوئی حرارتی نقصان انتقال کے دوران میں نہیں ہوتا اور اس عمل کی استعداد اکائی ہوگی۔

عملاً ہوا کو ہم تپشی طور پر پچکانا ناممکن ہے کیونکہ اشیاء کی نوعیت کے لحاظ سے کام بہت سرعت سے ہونا چاہیے جس کی وجہ پچکاؤ کے سبب جو حرارت پیدا

لہ ہوا فشاری کے عمل کی عالیہ معلومات کے لیے مسٹر نویل کا مضمون "Air Compressors" "انسٹی ٹیوشن آف میکانیکل انجینئرز کی روئداد ۱۹۲۲ء صفحہ ۸۳۳ اور ۱۰۸۵ اور ۱۹۲۶ء صفحہ ۸۷۵ پر ملاحظہ فرمائے جائیں

ہوتی ہے اس کو خارج کرنے کے لیے وقت کافی نہیں ملتا۔ اگر کوئی احتیاط نہ کی جائے تو پچکاؤ تقریباً حرناگذار ہوگا۔ ہم تپشی پچکاؤ کے قریب ہونے کے لیے مختلف طریقے استعمال کیے جاتے ہیں جن کا بیان بعد ہوگا۔

شکل ۱۰۹، اتصوری فشارندہ اور موٹر کی مظہرہ شکل کو تعبیر کرتی ہے۔ فشارندہ کی شکل ڈ ا ب ج سے تعبیر ہوتی ہے جس میں ڈ ا چوس ضرب ہے، ا ب ہم تپشی پچکاؤ، ب ج اخراج اور نکاس۔ اس لیے پچکاؤ کے دوران میں ہوا پر کیا ہوا کام رقبہ ڈ ا ب ج سے حاصل ہوتا ہے۔ چونکہ اس تصوری صورت میں انتقال کے دوران میں کوئی نقصان نہیں ہوتا اس لیے شکل ۱۰۹ موٹر کی مظہرہ شکل کو بھی تعبیر کرےگی۔ ج ب داخلہ کو تعبیر کرتا ہے، ب ا ہم تپشی پھیلاؤ کو، ا ڈ اخراج کو اور شکل کا رقبہ پھیلاؤ کے دوران میں ہوا کے کام کو۔ لہٰذا استعداد



حجم

شکل ۱۰۹

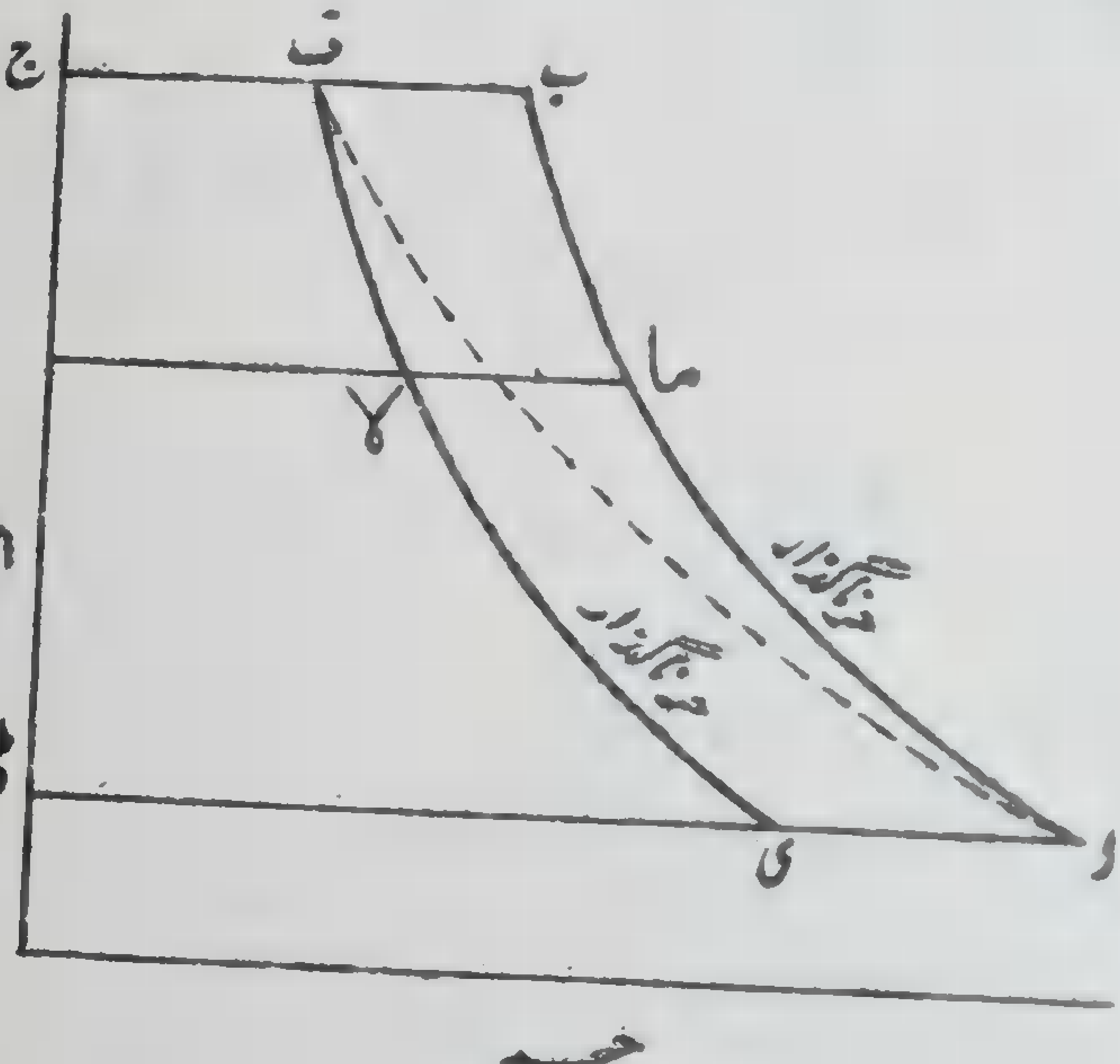
$$\frac{\text{پچکاؤ کے دوران میں ہوا پر کیا ہوا کام}}{\text{پھیلاؤ کے دوران میں ہوا کا کیا ہوا کام}}$$

$$= \frac{\text{رقبہ ڈ ا ب ج}}{\text{رقبہ ج ب ا ڈ}} = ۱$$

شکل ۱۱۰ میں کی تعبیر شدہ حقیقی صورت پر غور کرو۔ فشارندہ کی شکل ڈ ا ب ج سے تعبیر ہوتی ہے۔ فرض کرو پچکاؤ اور پھیلاؤ دونوں حرتاگذار ہیں۔ تب

فشارندہ میں کیا ہوا کام = رقبہ ڈ ا ب ج

اب ہوائلیوں میں مستقل دباؤ پر سرد کی جاتی ہے اور حجم ج ب سے ج ف تک گھٹ جاتا ہے اور تپش کرۂ ہوائی کی تپش کے مساوی ہو جاتی ہے۔ اب ف پر کی تپش ا پر کی تپش کے مساوی ہوگی۔



شکل ۱۱۰

موٹر کی شکل ج ف ی ڈ سے تعبیر ہوگی اور

موٹر کے استوانہ میں کیا ہوا کام = رقبہ ج ف ی ڈ

کام کا نقصان = رقبہ ف ب ا ی

اور انتقال کی استعداد = $\frac{\text{رقبہ ج ف ی ڈ}}{\text{رقبہ ڈ ا ب ج}}$

کوئی افقی خط لا ما کھینچو جو حرنا گزاروں کو لا اور ما پر قطع کرے۔
فرض کرو ہوا کے حالات ا، ب، ف، اور ی، پر علی الترتیب $د_ا$، $حجم_ا$، $ت_ا$ و $د_ب$، $حجم_ب$، $ت_ب$، اور $د_ف$، $حجم_ف$، $ت_ف$ اور $د_ی$، $حجم_ی$، $ت_ی$ ہیں۔

$$\frac{ت_ب}{ت_ا} = \left(\frac{د_ب}{د_ا}\right)^{\frac{جـ-1}{جـ}} = \left(\frac{د_ف}{د_ی}\right)^{\frac{جـ-1}{جـ}} = \frac{ت_ف}{ت_ی} \quad \ldots\ldots (1)$$

$$\text{اور}\quad \frac{حجم_ب}{حجم_ف} = \frac{ت_ب}{ت_ف} = \frac{ت_ا}{ت_ی} = \frac{ت_{ما}}{ت_{لا}} = \text{مستقل} \quad \ldots\ldots (2) \quad (۲۱۷)$$

$$\therefore \text{استعداد} = \frac{ج\,ف\,ی\,ڈ}{ڈ\,ا\,ب\,ج} = \frac{ج\,ف}{ج\,ب} = \frac{حجم_ف}{حجم_ب} = \frac{ت_ف}{ت_ب}$$

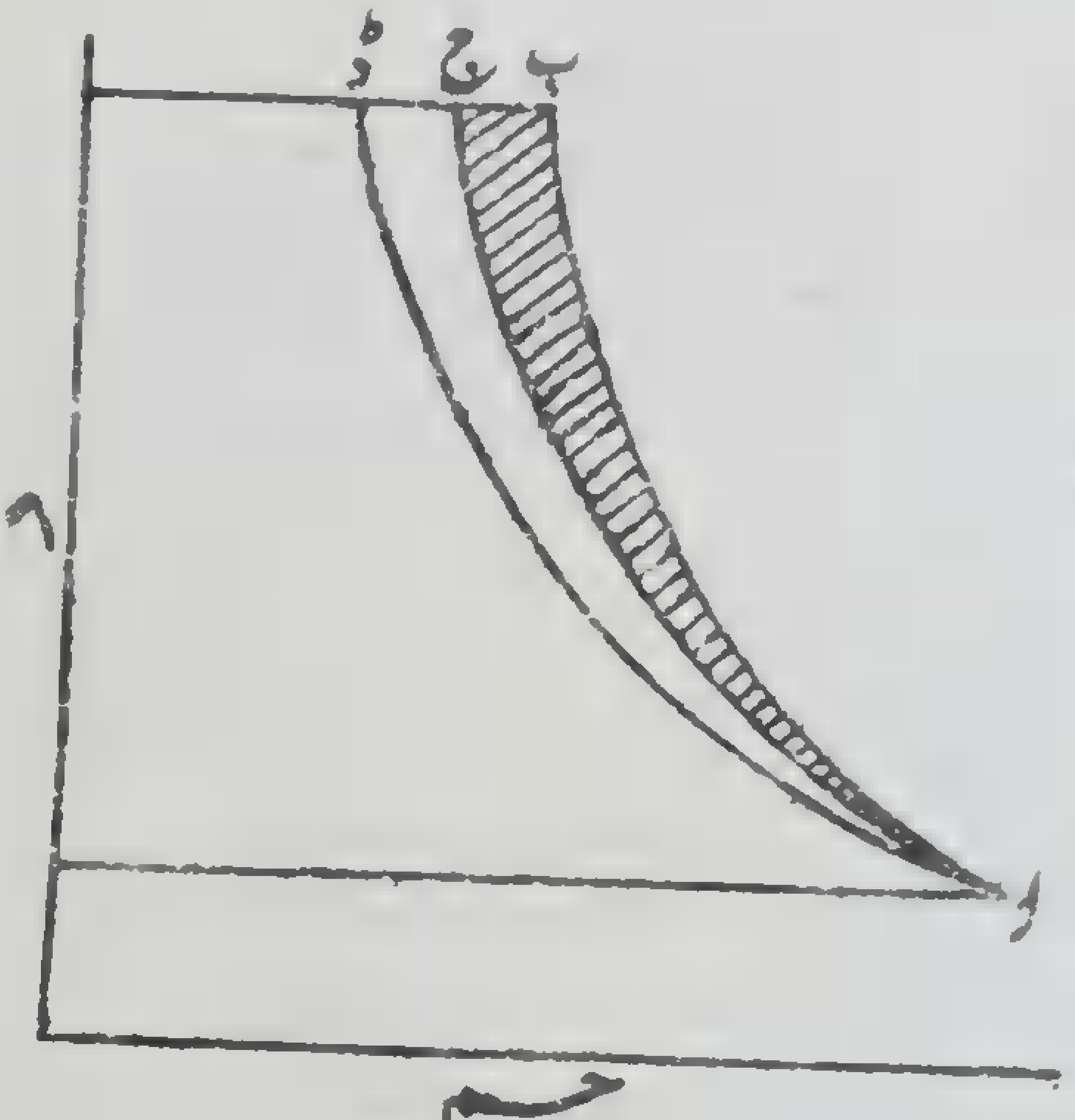
$$= \frac{ت_ی}{ت_ا} = \frac{ت_ج}{ت_ن}$$

$$\text{لہذا استعداد} = \frac{ت_ی}{ت_ا} = \left(\frac{د_ی}{د_ف}\right)^{\frac{جـ-1}{جـ}}\text{، (۱) کی رو سے}$$

$$= \left(\frac{1}{ب}\right)^{\frac{جـ-1}{جـ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

جہاں ب = پھیلاؤ اور پچکاؤ دباؤں کی نسبت۔
اگر پچکاؤ ہم تپشی طور پر ا ف پر عمل میں آئے تو ظاہر ہے کہ پچکاؤ کے دوران میں کیے ہوئے کام کی مقدار میں ف ب ا کی تخفیف ہوگی۔ یہ بھی معلوم ہوگا کہ لا ما ایک افقی خط دونوں حرنا گزاروں ف ی، اور ب ا کو مستقل نسبت میں قطع کرتا ہے جیسا کہ مساوات (۲) میں دکھلایا گیا ہے۔

۱۲۳- دوران پچکاؤ اور پھیلاؤ نقصانات میں تخفیف کرنے کے طریقے ــــ چونکہ ہوا کو مستقل تپش پر پھیلانے اور پچکانے سے اعظم استعداد حاصل ہوتی ہے اس لیے مقصد یہ ہو کہ جتنا ہو سکے پھیلاؤ یا پچکاؤ ہم تپشی کے قریب ہو۔ شکل ۱۱۰ میں بتلایا گیا کہ حرناگزار طور پر پچکانے سے مزید کام جس کی ضرورت ہوتی ہے وہ رقبہ ف ب ا سے تعبیر ہوتا ہے اور کام کا نقصان حرناگزار پھیلاؤ کے دوران میں ف ا ی ہے۔ ان نقصانات کی تخفیف کے لیے ذیل کے طریقے استعمال کیے جاتے ہیں۔

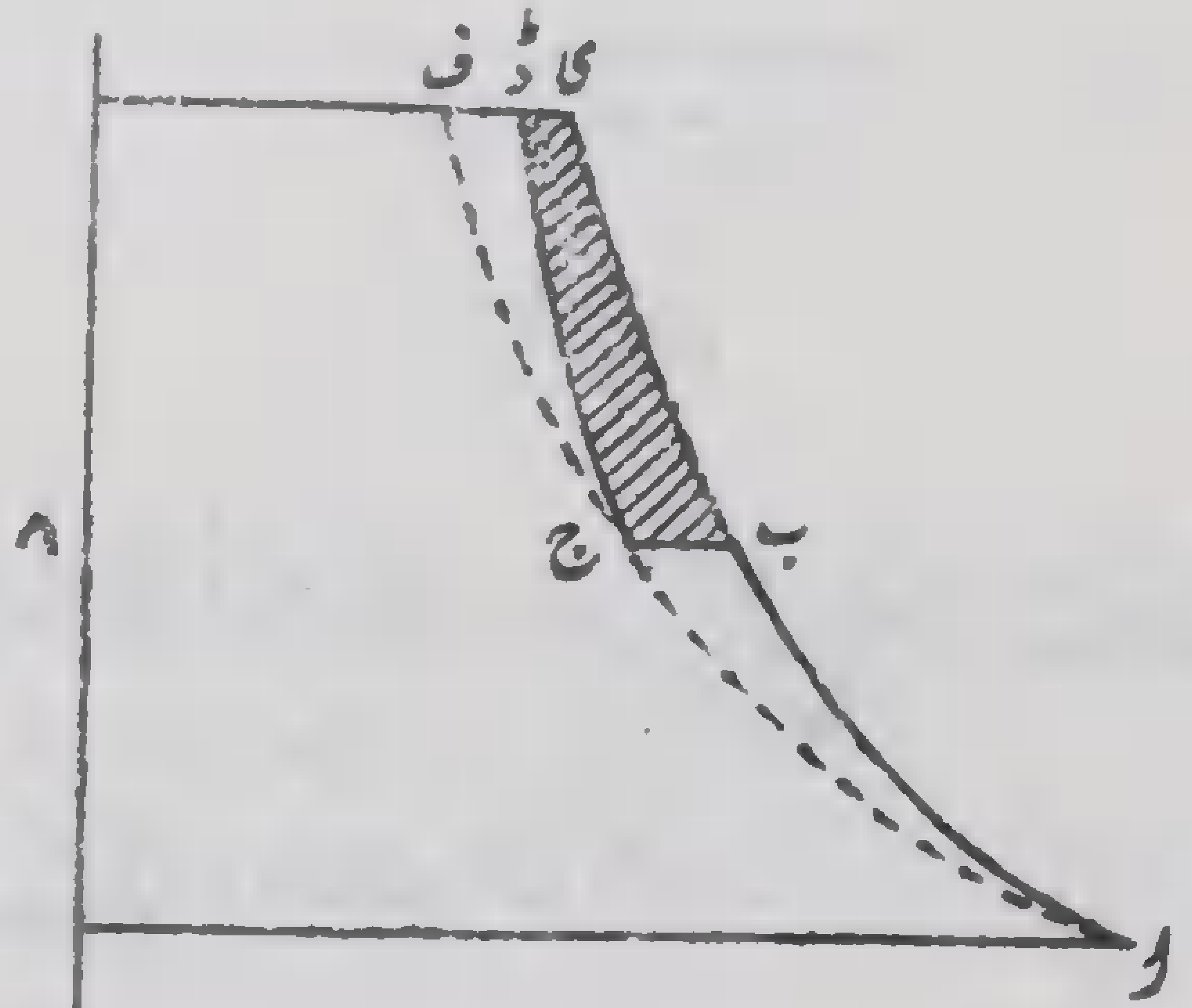


شکل ۱۱۱

(۱) پچکاؤ کے دوران میں تپش کو کم رکھنے کے لیے پانی پھوار کی شکل میں داخل کیا جاتا ہے اس لیے بجائے حرناگزار ا ب کے پچکاؤ کا منحنی ا ج (شکل ۱۱۱) ہوگا جو د حم$^{1.2}$ = مستقل کی اتباع کرتا ہے تب بچت سایہ دار رقبہ ا ب ج سے تعبیر ہوتی ہے۔ ابتدائی پلانٹ میں پچکاؤ کے استوانہ پر پانی کا پیرہن لگایا جاتا تھا۔ یہ طریقہ کوئی زیادہ مفید ثابت نہیں ہوا اور اب صرف ان پلانٹ میں استعمال کیا جاتا ہے جہاں سرد پانی کا پھوار غیر خالص ہونے کے سبب استعمال نہ ہو سکے یا جہاں مزید میکانیت نہ لگائی جا سکے۔

(۲) فشارندہ میں حرارت کے اجتماع کو روکنے کا سب سے کامیاب طریقہ ضعفی منزلی پچکاؤ ہے جو پھوار یا بغیر پھوار پچکاری کے ساتھ استعمال ہو۔ شکل ۱۱۲ اور شکل ۱۱۳ سے دو منزل والے فشارندہ اور تین منزل والے فشارندہ کی بچت علی الترتیب معلوم ہوتی ہے۔

صرف شکل ۱۱۳ پر غور کریں، اب کسی کلیہ دحم^ن = مستقل کے تحت کا پچکاؤ ہے [حرنا گذار کے لیے دحم^۱٫۴۱ = مستقل اور پھوار پچکاری کے ساتھ دحم^۱٫۱۱ = مستقل] - ہوا تب مستقل دباؤ ب ج کے تحت ابتدائی تپش تک سرد کی جاتی ہے، تب پچکاؤ ج ڈ (دحم^ن = مستقل) شروع ہوتا ہے، اور ہوا مستقل دباؤ ڈی کے تحت ابتدائی تپش اور پچکاؤ ی ف (دحم^ن = مستقل) تک سرد کی جاتی ہے - اس طرح (۲۱۸)

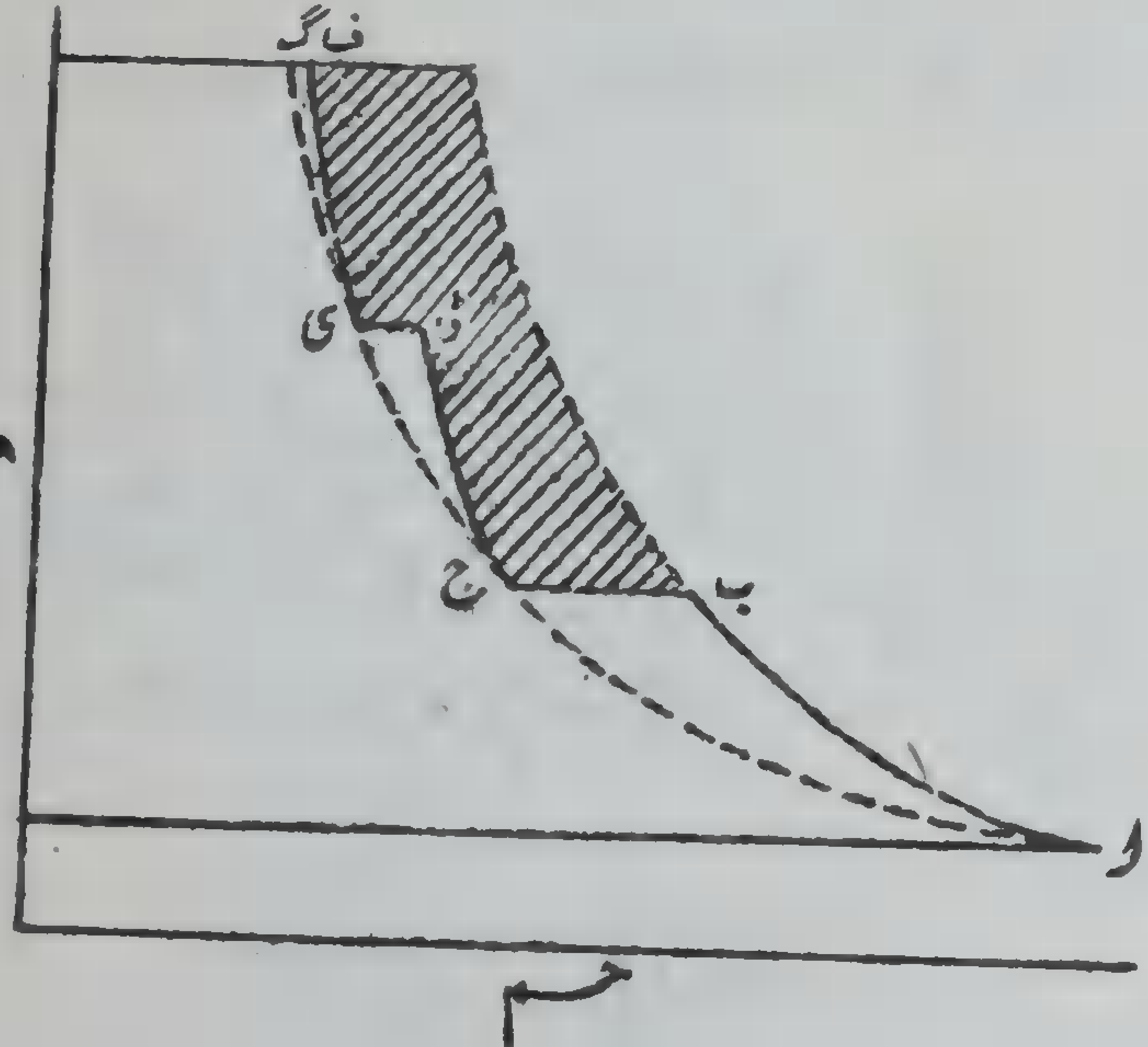


شکل ۱۱۲

منحنی ہم تپشی ا ج ی گ کے قریب ہوتا ہے اور بچت سایہ دار رقبہ سے تعبیر ہوتی ہے۔

اسی طرح موٹر میں بھی پھیلاؤ دو یا تین منزلوں میں عمل میں آتا ہے اس سے زائد کام حاصل ہوتا ہے چونکہ پھیلاؤ کا منحنی ہم تپشی کے قریب قریب ہوتا ہے۔

مختلف طرز کے فشارندوں اور موٹروں کے نظریہ پر اب بحث کرینگے۔ (۲۱۹)



شکل ۱۱۳

۱۲۴۔ ہوا فشارندے۔ پہلی صورت سادہ فشارندہ حرناگذار پچکاؤ کے ساتھ

ـــــ دحم کی شکل، شکل ۱۱۴ میں دکھلائی گئی ہے۔

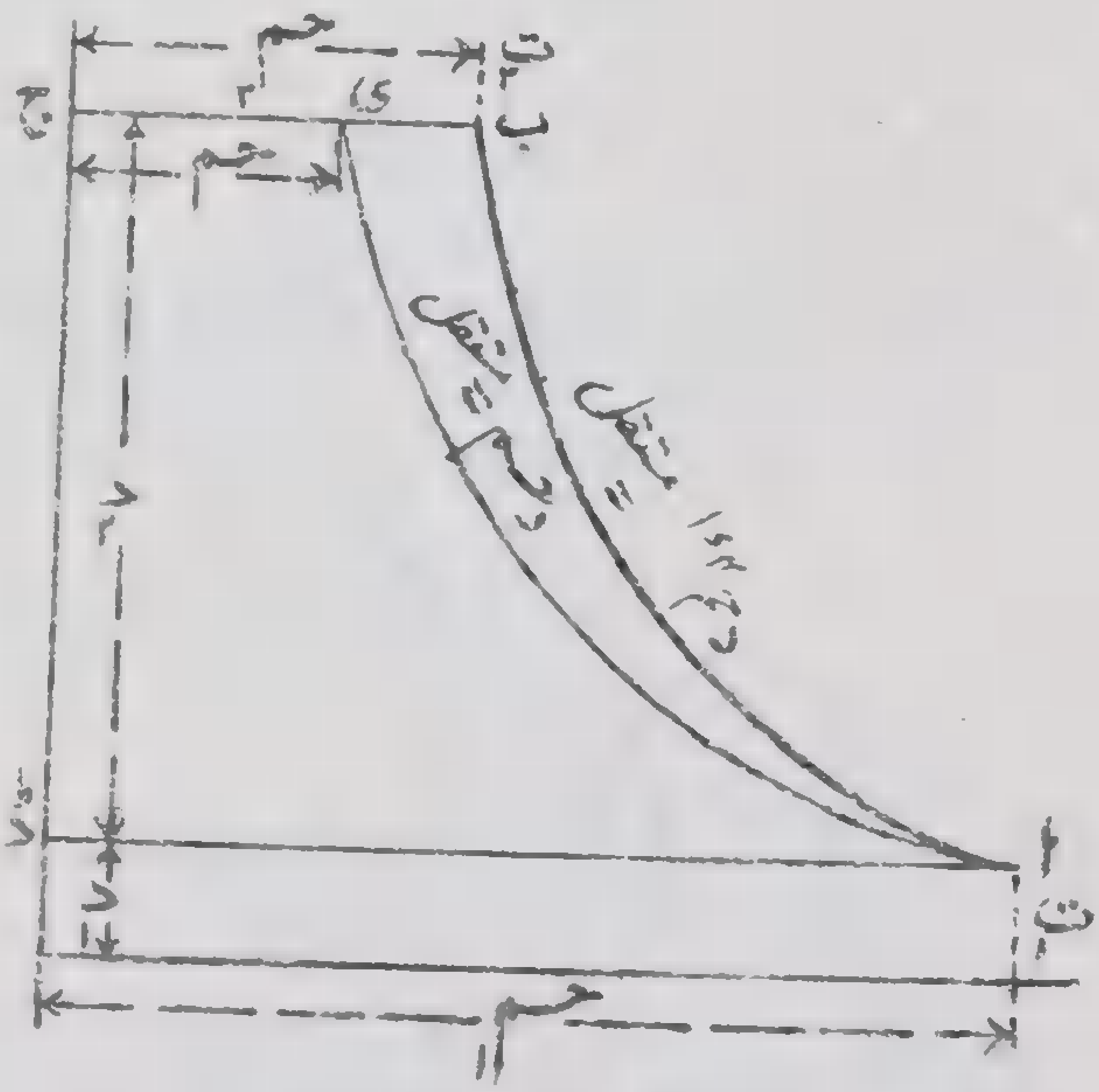
پچکاؤ ا ب ۔ کیا ہوا کام $= \dfrac{د_2 حم_2 - د_1 حم_1}{جہ - ۱}$ (دفعہ ۹، مساوات (۲))

تپش $ت_2$ تک بڑھتی ہے جو $= ت_1 \left(\dfrac{د_2}{د_1}\right)^{\frac{جہ-۱}{جہ}}$ (دفعہ ۱۱(۶)) .... (۱)

اخراج ب ج کیا ہوا کام $= د_2 حم_2$

چوس د ا کیا ہوا کام $= د_1 حم_1$

لہذا کُل کیا ہوا کام فی پونڈ ہوا فی دور $\text{ک}_{\text{بد}}$ حسب ذیل جملہ سے حاصل ہوتا ہے۔



شکل ۱۱۴

$$\text{ک}_{\text{بد}} = \frac{\text{د}_2\,\text{حم}_2 - \text{د}_1\,\text{حم}_1}{\text{جہ} - 1} + \text{د}_2\,\text{حم}_2 - \text{د}_1\,\text{حم}_1$$

$$= \frac{\text{جہ}}{\text{جہ}-1}\left(\text{د}_2\,\text{حم}_2 - \text{د}_1\,\text{حم}_1\right) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$= \text{ص}\,\frac{\text{جہ}}{\text{جہ}-1}\left(\text{ت}_2 - \text{ت}_1\right) \quad \text{چونکہ د حم} = \text{ص ت} \qquad \ldots\ldots (3)$$

(۱) سے حاصل شدہ ت_2 کی قیمت (۳) میں درج کرنے سے

$$\text{ک}_{\text{بد}} = \text{ص}\,\frac{\text{جہ}\,\text{ت}_1}{\text{جہ}-1}\left[\left(\frac{\text{د}_2}{\text{د}_1}\right)^{\frac{\text{جہ}-1}{\text{جہ}}} - 1\right] \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

اگر پچکاؤ ہم تپشی ہوتا تو کیا ہوا کام $\text{ک}_{\text{بدی}}$ حسب ذیل ہوتا۔ (۲۳۰)

$$ک_{ڈی} = د_1 \, حجم_1 \, لوک_و \frac{حجم_2}{حجم_1} + د_2 \, حجم_2 - د_1 \, حجم_1 = د_1 \, حجم_1 \, لوک_و \frac{د_2}{د_1}$$

$$= ر \, ت_1 \, لوک_و \frac{د_2}{د_1} \quad ....(۵)$$

یا ہم پیش فشارندہ کو تصوری مان لیں چونکہ وہ ہوا کو گرم کرتے وقت کوئی توانائی کو ضائع نہیں کرتا اور اس کی استعداد کو ایک یا ۱۰۰ فیصد لیں، تو حرناگذار فشارندہ کی استعداد (پہلی صورت) یہ ہوگی

$$استعداد \; ع = \frac{ر \, ت_1 \, لوک_و \frac{د_2}{د_1}}{ر \, ت_1 \frac{ج}{ج-۱}\left[\left(\frac{د_2}{د_1}\right)^{\frac{ج-۱}{ج}} - ۱\right]}$$

اگر ب = پچکاؤ کے دباؤں کی نسبت = $\frac{د_2}{د_1}$ تو

$$ع = \frac{ر \, ت_1 \, لوک_و \, ب}{ر \, ت_1 \frac{ج}{ج-۱}\left[ب^{\frac{ج-۱}{ج}} - ۱\right]} = \frac{لوک_و \, ب}{\frac{ج}{ج-۱}\left(ب^{\frac{ج-۱}{ج}} - ۱\right)} \quad ....(۶)$$

۱۲۵- دوسری صورت- پھوار پچکاری کے ساتھ سادہ فشارندہ

اس صورت میں پچکاؤ کے منحنی کا کلیہ $د \, حجم^{ن}$ مستقل ہوگا جہاں

$$ن = ۲٫۱ \; تقریباً$$

$$فی \; پونڈ \; کیا \; ہوا \; کام = ر \, ت_1 \frac{ن}{ن-۱}\left[\left(\frac{د_2}{د_1}\right)^{\frac{ن-۱}{ن}} - ۱\right] \quad ....(۱)$$

[illegible] .... (۲)

۱۲۹۔ تیسری صورت۔ دو منزلوں والا فشار ندہ

شکل ۹۰ میں [illegible] کی شکل دکھلائی گئی ہے۔ اب فی پونڈ [illegible] اور کیا [illegible]
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] .... (۱)

[illegible] سے (۱) کو تفرق کرنے سے

[illegible]

[illegible] اقل کے لیے

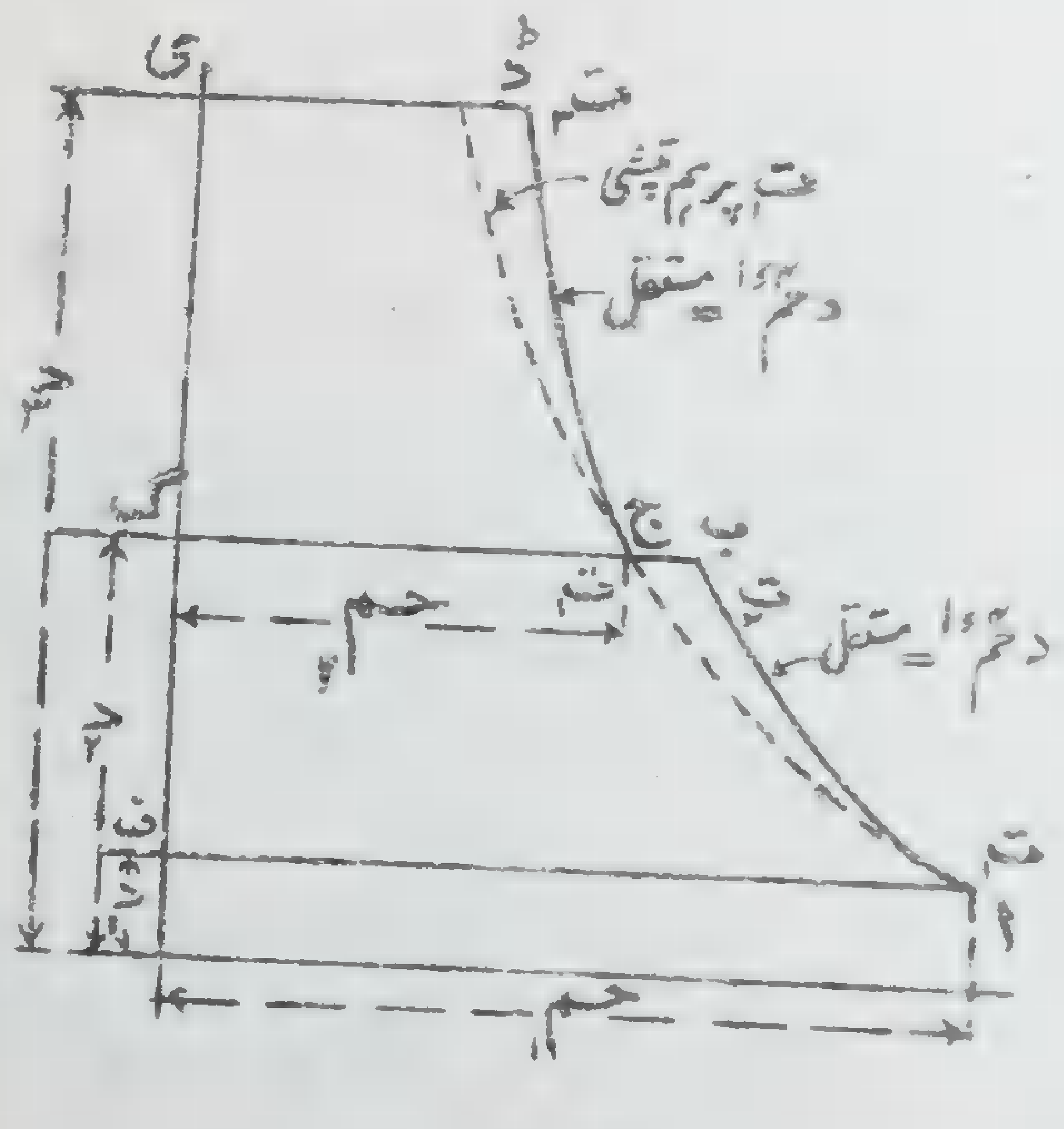
$$= \frac{جہ-1}{جہ} \cdot د_2^{-\frac{1}{جہ}} \cdot \frac{1}{د_1} + \frac{1-جہ}{جہ} \cdot د_3^{\frac{1}{جہ}-1} \cdot د_2^{\frac{1}{جہ}-2} \times 2 = 0$$

$د_2^{-\frac{1}{جہ}}$ سے تقسیم کرنے سے (۲۲۱)

$$= \frac{جہ-1}{جہ} د_1^{\frac{1-جہ}{جہ}} = \frac{جہ-1}{جہ} د_3^{\frac{1-جہ}{جہ}} \times د_2^{\frac{2(1-جہ)}{جہ}}$$

$$\therefore \quad د_2^{\frac{2(1-جہ)}{جہ}} = \frac{د_1^{\frac{1-جہ}{جہ}}}{\frac{1}{د_3^{\frac{1-جہ}{جہ}}}}$$

$$\therefore \quad د_2 = \sqrt{د_1 د_3} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (۲)$$



شکل ۱۱۵

لہٰذا کیے ہوئے اقل کام کے لیے دونوں منزلوں میں پچکاؤ کی نسبتیں اس طرح ہیں کہ، $د_۲ = \sqrt{د_۱ د_۳}$ یا

$$\frac{د_۲}{د_۱} = \frac{د_۳}{د_۲} \qquad (۲ا)$$

پہلے استوانہ کے حجم کو $حسم_۱$ اور دوسرے کے حجم کو $حسم_۲$ کہیں تو

$$\frac{حسم_۱}{حسم_۲} = \frac{د_۲}{د_۱} = \sqrt{\frac{د_۳}{د_۱}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۳)$$

$$\text{اور چونکہ} \quad \frac{ت_۲}{ت_۱} = \left(\frac{د_۲}{د_۱}\right)^{\frac{ج-۱}{ج}}$$

$$\text{اور} \quad \frac{ت_۳}{ت_۱} = \left(\frac{د_۳}{د_۲}\right)^{\frac{ج-۱}{ج}}$$

$$\frac{ت_۲}{ت_۱} = \frac{ت_۳}{ت_۱} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۴)$$

مساوات (۴) سے ظاہر ہے کہ پچکاؤ کے دوران میں ابتدائی اور آخری (۲۲۲)
تپشوں کی نسبت ہر منزل میں یکساں رہتی ہے جبکہ پچکاؤ کا کام اقل ہو، چونکہ پہلی منزل کے ختم پر بینی مبردہ میں تپش $ت_۲$ سے $ت_۱$ تک گھٹ جاتی ہے۔

(۲ا) کو (۱) میں درج کرنے سے

$$ک = م\,ا\,ت_۱ \frac{۲ج}{ج-۱}\left[\left(\frac{د_۳}{د_۱}\right)^{\frac{ج-۱}{۲ج}} - ۱\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۵)$$

اس صورت میں $ب = \frac{د_۳}{د_۱}$ اور استعداد یہ ہوگی

$$ع = \frac{لوک_و\, ب}{\frac{۲ج}{ج-۱}\left(ب^{\frac{ج-۱}{۲ج}} - ۱\right)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۶)$$

۱۲۷- چوتھی صورت پھوار پچکاری کے ساتھ دو منزل والا پچکاؤ

دو منزل والا پچکاؤ ـــــ پچکاؤ کے منحنی کا کلیہ د حم$^{\text{ن}}$ = مستقل ہوگا جبکہ ن = ۲ء۱ تقریباً۔

$$\text{کیا ہوا کام ک} = \text{ر ت}_{۱} \cdot \frac{\text{۲ن}}{\text{ن}-۱}\left[\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{\text{ن}-۱}{\text{۲ن}}}-۱\right] \quad ......(۱)$$

$$\text{اور استعداد ع} = \frac{\text{لوک و ب}}{\frac{\text{۲ن}}{\text{ن}-۱}\left(\text{ب}^{\frac{\text{ن}-۱}{\text{۲ن}}}-۱\right)} \quad ......(۲)$$

۱۲۸- پانچویں صورت ۔ حرنا گذار پچکاؤ کے ساتھ

تین منزل والا پچکاؤ ـــــ شکل ۱۱۶ میں د حم کی شکل دکھلائی گئی ہے۔

اب فی دور فی پونڈ ہوا، کیا ہوا کام

ک = رقبہ ا ب ک ل + رقبہ ج ڈ ح ک + رقبہ ی ف گ ح

$$= \text{ر ت}_{۱} \frac{\text{ج}}{\text{ج}-۱}\left[\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{\text{ج}-۱}{\text{ج}}}-۱\right]$$

$$+ \text{ر ت}_{۱} \frac{\text{ج}}{\text{ج}-۱}\left[\left(\frac{\text{د}_{۳}}{\text{د}_{۲}}\right)^{\frac{\text{ج}-۱}{\text{ج}}}-۱\right]$$

$$+ \frac{ج}{ج-۱} ر ت_۱ \left[\left(\frac{د_۴}{د_۳} \right)^{\frac{ج-۱}{ج}} - ۱ \right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

اقل کام کے لیے وہی شرائط ہونگے جو دو منزل والے عمل کے لیے ہیں اس طرح کہ

$$\frac{د_۲}{د_۱} = \frac{د_۳}{د_۲} = \frac{د_۴}{د_۳} \ldots\ldots = \frac{د_ن}{د_{ن-۱}}$$ عموماً جہاں ن = منزلوں کی تعداد اور ہر منزل کے دوران میں تپشوں کی نسبت یکساں ہوگی" لہذا

$$ک = ر ت_۱ \frac{ج}{ج-۱} \left[\left(\frac{د_۲}{د_۱} \right)^{\frac{ج-۱}{ج}} + \left(\frac{د_۳}{د_۲} \right)^{\frac{ج-۱}{ج}} + \left(\frac{د_۴}{د_۳} \right)^{\frac{ج-۱}{ج}} - ۳ \right] \ldots (۲)$$

(۲۲۳)

اور چونکہ $\frac{د_۲}{د_۱} = \frac{د_۳}{د_۲}$

$$د_۲ = \frac{د_۱ د_۳}{د_۲} = \frac{د_۱ د_۴}{د_۳ \, د_۲} = \frac{د_۱ د_۴^{\frac{۱}{۲}}}{د_۲^{\frac{۱}{۲}}}$$

$$\therefore \quad د_۲^{\frac{۳}{۲}} = د_۱ \cdot د_۴^{\frac{۱}{۲}}$$

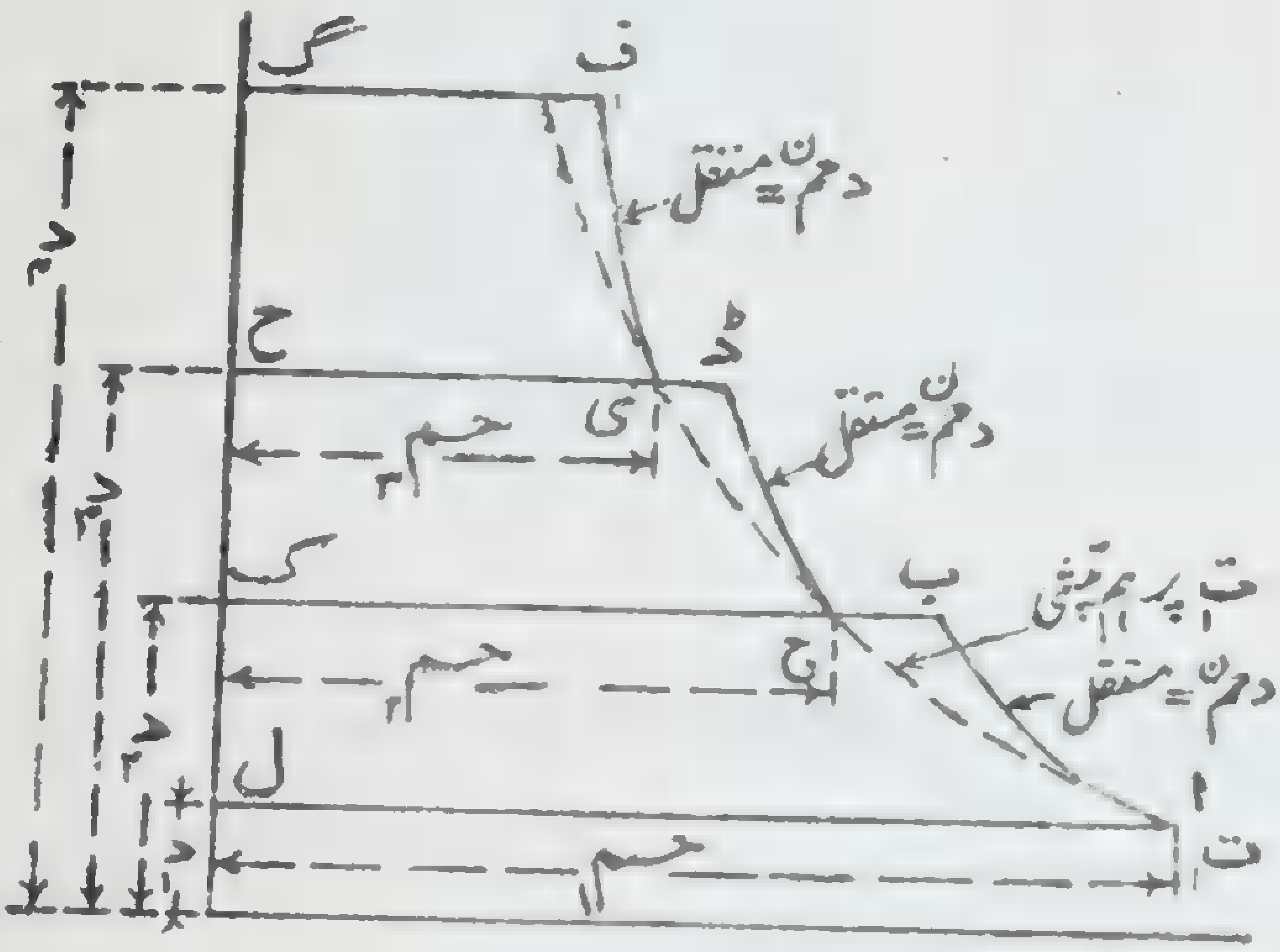
یا

$$\frac{د_۲}{د_۱} = \left(\frac{د_۴}{د_۱} \right)^{\frac{۱}{۳}} \ldots\ldots\ldots\ldots (۳)$$

(۲) میں (۳) کو درج کرنے سے

$$ک = ر ت_۱ \frac{۳ ج}{ج-۱} \left[\left(\frac{د_۴}{د_۱} \right)^{\frac{ج-۱}{۳ج}} - ۱ \right] \ldots\ldots\ldots (۴)$$

$$\text{اور استعداد } ع = \frac{لوگ_و \, ب}{\frac{۳ج}{ج-۱} \left[ب^{\frac{ج-۱}{۳ج}} - ۱ \right]} \quad \text{جہاں } ب = \frac{د_۴}{د_۱} \ldots\ldots (۵)$$



شکل ۱۱۶-

استوانوں کے حجموں کی نسبت

$$\frac{\text{حجم}_1}{\text{حجم}_2} = \frac{\text{حجم}_2}{\text{حجم}_3} = \left(\frac{\text{د}_3}{\text{د}_1}\right)^{\frac{1}{3}} \text{ یا } \sqrt[3]{\frac{\text{د}_3}{\text{د}_1}}$$

۱۲۹- چھٹی صورت بھوار پچکاری کے ساتھ تین منزل والا پچکاؤ

پچکاؤ کے منحنی کا کلیہ د حجمن = مستقل، ہوگا جہاں ن = ۱٫۲ تقریباً۔

فی پونڈ ہوا کیا ہوا کام

$$\text{ک} = \frac{3\text{ن}}{\text{ن}-1}\,\text{ر ت}_1 \left[1 - \left(\frac{\text{د}_3}{\text{د}_1}\right)^{\frac{\text{ن}-1}{3\text{ن}}}\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\text{اور استعداد ع} = \frac{\text{لوگ و ب}}{\frac{3\text{ن}}{\text{ن}-1}\left[1 - \text{ب}^{\frac{\text{ن}-1}{3\text{ن}}}\right]} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

(۲۲۴) مثال (۱) ایک کرۂ ہوائی سے دس کرۂ ہوائی تک پچکانے کے لیے ایک ہوا فشارندہ مطلوب ہے۔ مندرجۂ بالا صورتوں کی ہر صورت میں ایک پونڈ ہوا کو پچکانے کے لیے کام کی مقدار دریافت کرو۔ ہر صورت میں استعداد بھی معلوم کرو۔ ابتدائی تپش ۶۰° ف ہے۔

پہلی صورت۔ حرناگذار پچکاؤ کے ساتھ سادہ فشارندہ۔

دفعہ ۱۲۴، مساوات (۴) سے

$$\text{فی پونڈ ہوا کام} = \frac{۵۲۱ \times ۱٫۴ \times ۵۳٫۱۸}{۱-۱٫۴}\left[۱-\left(\frac{۱۰}{۱}\right)^{\frac{۱-۱٫۴}{۱٫۴}}\right]$$

$$= \frac{۵۲۱ \times ۱٫۴ \times ۵۳٫۱۸}{۰٫۴}\left[۱-۱٫۹۳۱\right]$$

$$= ۹۰۲۶۰ \text{ فٹ پونڈ}$$

دفعہ ۱۲۴، مساوات (۶) سے

$$ع = \frac{\text{لوک}_e\, ۱۰}{\left(۱-۱۰^{\frac{۱-۱٫۴}{۱٫۴}}\right)\frac{۱٫۴}{۱-۱٫۴}} = \frac{۲٫۳۰۳}{۰٫۹۳۱ \times ۳٫۵}$$

$= ۰٫۷۰۶$ یا $۷۰٫۶$ فی صد۔

دوسری صورت۔ ہموار پچکاری کے ساتھ سادہ فشارندہ۔

دفعہ ۱۲۵، مساوات (۱) سے

$$\text{فی پونڈ کام} = \frac{۵۲۱ \times ۱٫۲ \times ۵۳٫۱۸}{۰٫۲}\left[۱-۱۰^{\frac{۰٫۲}{۱٫۲}}\right]$$

$= ۵۳٫۱۸ \times ۵۲۱ \times ۶ \times ۰٫۴۶۶ = ۷۷۱۱۰$ فٹ پونڈ۔

دفعہ ۲۵ مساوات (۲) سے

$$\text{ع} = \frac{\text{نوکس}_{\text{و}}\ 10}{1.2 \times \left(10^{\frac{0.2}{1.2}} - 1\right)} = \frac{2.303}{0.466 \times 6}$$

$$= 0.823 \text{ یا } 82.3 \text{ فیصد۔}$$

تیسری صورت ۔ دو منزل والا حرناگذار پچکاؤ۔

دفعہ ۲۶ مساوات (۵) سے

$$\text{ک} = \frac{53.18 \times 521 \times 2 \times 1.4}{1.4 - 1}\left[10^{\frac{0.4}{2.8}} - 1\right]$$

$$= \frac{53.18 \times 521 \times 2.8}{0.4} \times 0.39 = 75630 \text{ فٹ پونڈ۔}$$

دفعہ ۲۶ مساوات (۶)

$$\text{خ} = \frac{\text{نوکس}_{\text{و}}\ 10}{0.39 \times \frac{2.8}{0.4}} = \frac{2.303}{0.39 \times 7}$$

$$= 0.843 \text{ یا } 84.3 \text{ فیصد۔}$$

چوتھی صورت ۔ پھوار پچکاری کے ساتھ دو منزل والا پچکاؤ

دفعہ ۲۷ مساوات (۱) سے

$$\text{ک} = \frac{53.18 \times 521 \times 2.4}{0.2}\left[10^{\frac{0.2}{2.4}} - 1\right]$$

$$= 53.18 \times 521 \times 12 \times 0.212 = 70470 \text{ فٹ پونڈ۔}$$

دفعہ ۲۷ مساوات (۲) سے

$$\text{ع} = \frac{۲٫۳۰۳}{۰٫۲۱۲ \times ۱۲} = ۰٫۹۱۵ \text{ یا } ۹۱٫۵ \text{ فیصد۔}$$

پانچویں صورت۔ حرناگذار پچکاؤ کے ساتھ تین منزل والا پچکاؤ۔ (۲۲۵)

دفعہ ۱۲۸، مساوات (۴) سے

$$\text{ک} = \frac{۴٫۲ \times ۵۲۱ \times ۵۳٫۱۸}{۰٫۴}\left[۱ - ۱۰^{\frac{۰٫۴}{۲٫۴}}\right]$$

$$= ۰٫۲۴۶ \times ۱٫۰۵ \times ۵۲۱ \times ۵۳٫۱۸$$

$$= ۱۵۵۰۰ \text{ فٹ پونڈ۔}$$

دفعہ ۱۲۸، مساوات (۵) سے

$$\text{ع} = \frac{۲٫۳۰۳}{۰٫۲۴۶ \times ۱٫۰۵} = ۰٫۸۹۱ \text{ یا } ۸۹٫۱ \text{ فیصد۔}$$

چھٹی صورت۔ پھوار پچکاری کے ساتھ تین منزل والا پچکاؤ۔

دفعہ ۱۲۹، مساوات (۱) سے

$$\text{ک} = \frac{۳٫۶ \times ۵۲۱ \times ۵۳٫۱۸}{۰٫۲}\left[۱ - ۱۰^{\frac{۰٫۲}{۳٫۶}}\right]$$

$$= ۰٫۱۳۶ \times ۱۸ \times ۵۲۱ \times ۵۳٫۱۸$$

$$= ۶۷۸۱۰ \text{ فٹ پونڈ}$$

دفعہ ۱۲۹، مساوات (۲) سے

$$\text{ع} = \frac{۲٫۳۰۳}{۰٫۱۳۶ \times ۱۸} = ۰٫۹۴۰ \text{ یا } ۹۴٫۰ \text{ فیصد۔}$$

مثال (۲) ایک دوہرے عمل والے ہوا فشارندے کے استوانہ کا ناپ معلوم کرو جس کی مظہرہ اسپی طاقت ۳۵ ہے اور جو پھوار پچکاری کے ساتھ سادہ فشارندہ کی طرح کام کرتا ہے۔ کلیہ پچکاؤ د $\text{حم}^{۱٫۲}$ = مستقل، ؛ پچکاؤ کی نسبت ۱۵ پونڈ فی مربع انچ مطلق سے ۱۲۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک ہے۔ گردشوں کی

تعداد فی منٹ = ۱۱۰ اور فشارہ کی اوسط رفتار ۵۶۰ فٹ فی منٹ۔ فراغ نظر انداز کر دیا جائے۔

اب فی پونڈ ہوا کیا ہوا کام $= \text{د}_{۲}\,\text{حجم}_{۲} - \text{د}_{۱}\,\text{حجم}_{۱} + \frac{\text{د}_{۲}\,\text{حجم}_{۲} - \text{د}_{۱}\,\text{حجم}_{۱}}{\text{ن} - ۱}$

$\therefore$ اوسط اثری دباؤ $= \text{د}_{۲}\frac{\text{حجم}_{۲}}{\text{حجم}_{۱}} - \text{د}_{۱} + \frac{\text{د}_{۲}\frac{\text{حجم}_{۲}}{\text{حجم}_{۱}} - \text{د}_{۱}}{\text{ن} - ۱}$ .... (۱)

نیز $\text{د}_{۱}\,\text{حجم}_{۱}^{\text{ن}} = \text{د}_{۲}\,\text{حجم}_{۲}^{\text{ن}}$

$$\therefore \frac{\text{حجم}_{۱}}{\text{حجم}_{۲}} = \left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{\frac{۱}{\text{ن}}} = \left(\frac{۱۲۰}{۱۵}\right)^{\frac{۱}{۱٫۲}} = ۸^{\frac{۵}{۶}}$$

$$\therefore \text{لوگ}\,\frac{\text{حجم}_{۱}}{\text{حجم}_{۲}} = \frac{۵}{۶}\,\text{لوگ}\,۸ = \frac{۵}{۶} \times ۰٫۹۰۳۱$$
$$= ۰٫۷۵۲۶$$

$$\therefore \frac{\text{حجم}_{۱}}{\text{حجم}_{۲}} = ۵٫۶۵۷$$

$\frac{\text{حجم}_{۱}}{\text{حجم}_{۲}}$ کی قیمت مساوات (۱) میں درج کرنے سے

$$\text{اوسط اثری دباؤ} = \frac{۱۲۰}{۵٫۶۵۷} - ۱۵ \times \frac{۱۵ - \frac{۱۲۰}{۵٫۶۵۷}}{۰٫۲}$$

$$= \left(۱۵ - ۲۱٫۲۱\right) \times \frac{۱٫۲}{۰٫۲} = ۳۷٫۲۶$$ پونڈ فی مربع انچ

فرض کرو ا = مربع انچوں میں استوانہ کا رقبہ (۲۲۶)

تب $\text{ا} \times ۵۶۰ \times ۳۷٫۲۶ = ۳۳۰۰۰ \times ۳۵$

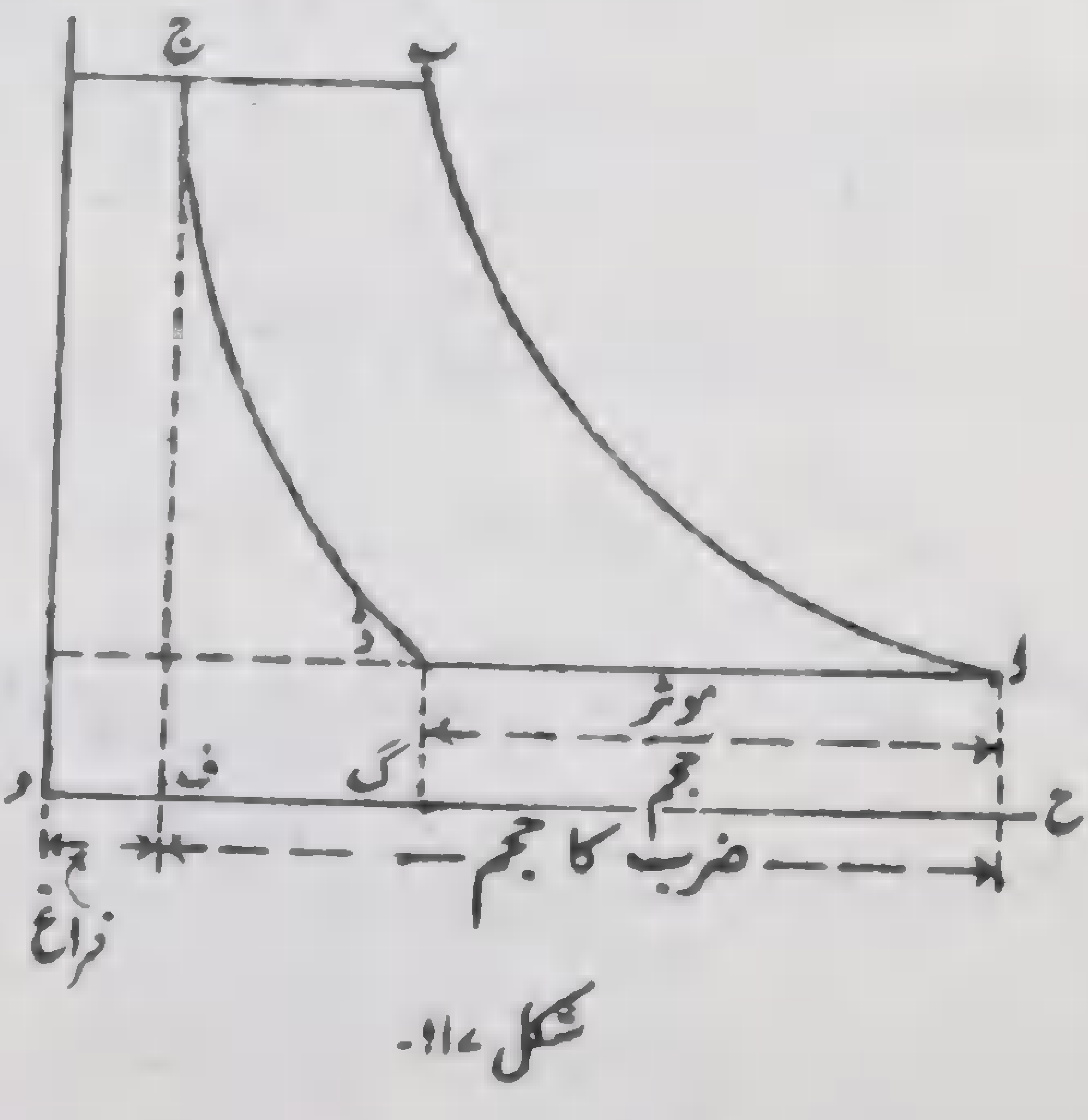
$$\therefore \text{ا} = \frac{۳۳۰۰۰ \times ۳۵}{۵۶۰ \times ۳۷٫۲۶} = ۵۵٫۳۷$$ مربع انچ

$$\therefore \text{قطر} = \sqrt{\frac{۵۵٫۳۷}{۰٫۷۸۵۴}} = ۸٫۴۰ \text{ انچ}$$

چونکہ گردشیں فی منٹ = ۱۱۰، اور کامی ضرب فی منٹ ۲۲۰ ہیں (فشارندہ دوہرے عمل کا ہونے سے) اس لیے ضرب

$$\frac{۵۶۰}{۲۲۰} = ۲٫۵۴۵ \text{ فٹ} = ۲ \text{ فٹ } ۶\tfrac{۱}{۲} \text{ انچ ہوگا۔}$$

۱۳۰۔ فراغ کا اثر ــــ فشارندہ کے استوانہ میں فراغ جتنا ممکن ہوسکے کم رکھا جائے چونکہ اس کے سبب استعداد گھٹ جاتی ہے (اسس کو شکل ۱۱۷ میں دکھلایا گیا ہے)۔ چوس ضرب کے دوران میں فراغ میں کی دبی ہوا و ف، حجم و گ تک پھیلتی ہے اور استوانہ میں کرہ ہوائی سے



شکل ۱۱۷۔

ہوا کم مقدار میں یعنے صرف گ ح حجم کی داخل ہوگی جس کی وجہ ہوا کے مساوی

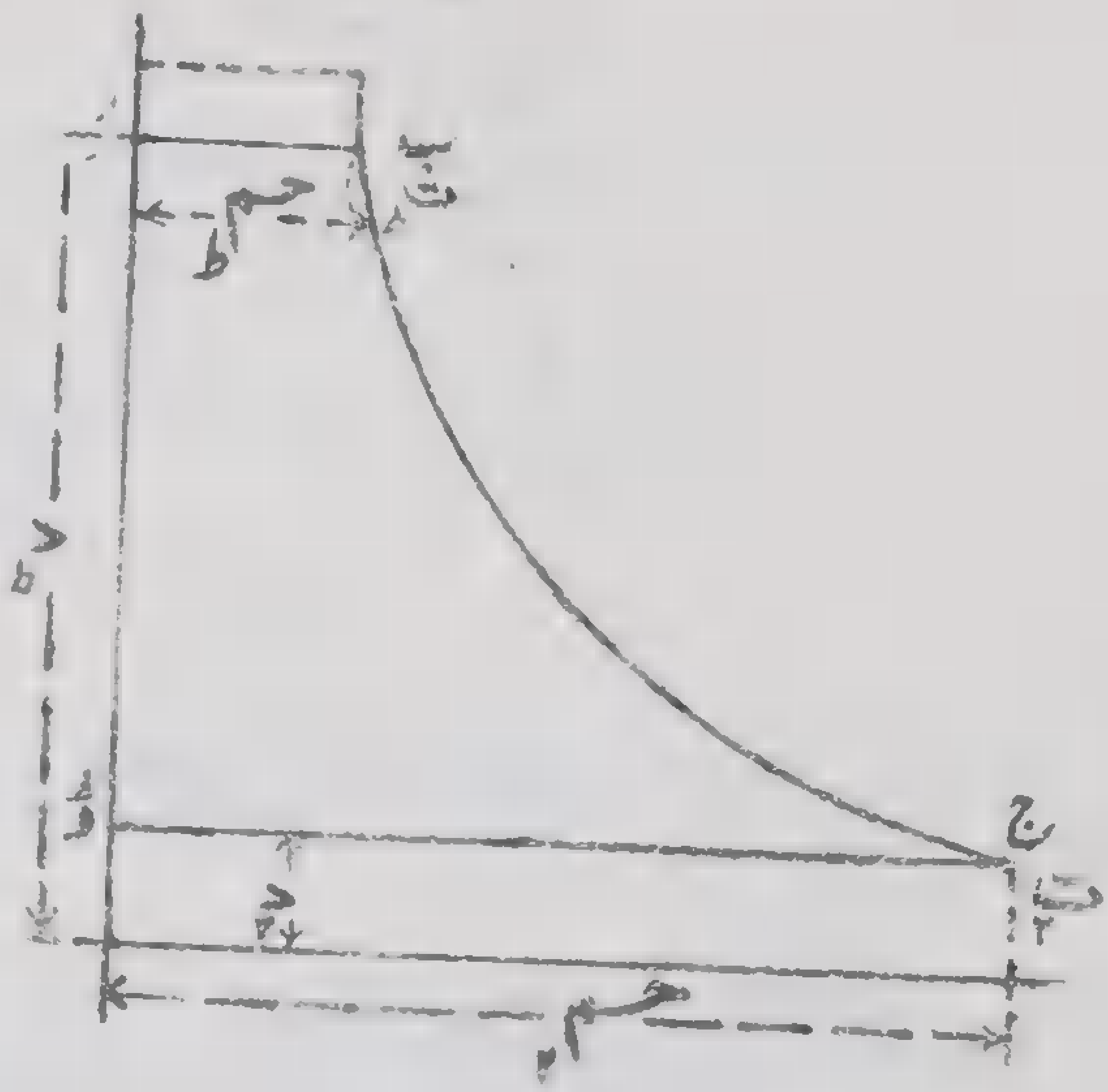
حجم کے لیے فشارندہ کو زیادہ ضرب کرنے ہونگے تب رگڑ کی وجہ زیادہ نقصان ہوگا۔
ہوا فشارندہ کی حجمی استعدادؔ کی تعریف اس طرح کی جاسکتی ہے کہ یہ وہ نسبت ہے جو طبعی حرارت اور دباؤ پر تحویل کیے ہوئے حقیقی خارج شدہ ہوا کے حجم اور فشارہ کے طے کیے ہوئے حجم کے درمیان ہے۔ شکل (۱۱۷) میں جس تصور کے متعلق غور کیا گیا ہے اس کے پیش نظر گ ح کی نسبت ف ح سے یہاں ہوگی۔

۱۳۱۔ ہوا موٹریں ــــــ فشارندوں سے نکلنے کے بعد صدر نلیوں میں سے ہوکر ہوا موٹروں میں داخل ہوتی ہے جس میں مختلف طریقوں سے پھیل کر کام کرسکتی ہے۔ ہوا حرناگذار طور پر پھیلائی جاسکتی ہے یا پھوار پچکاری کے ذریعہ پھیلاؤ کے دوران میں گرم کی جاسکتی ہے یا درمیانی بڑی گنجائش والے قابلوں میں گرم کی جاکر دو یا تین منزلوں میں پھیلائی جاسکتی ہے۔ حرحرکیاتی اور عملی نقطۂ نظر سے بہترین طریقہ یہ ہے کہ ہوا کو پیش مُسَخِّن یا گرم کرنے والے آتش دان میں سے گذاریں اور موٹروں میں ہوا کو پھیلانا شروع کریں جب کہ وہ مناسب اعلیٰ تپش پر ہو اور کام حرناگذار طور پر کیا جائے۔ عموماً بڑی موٹروں میں ہوا دو مرتبہ گرم کی جاتی ہے، شدید دباؤ والے استوانے سے دو یا تین کرۂ (۲۲۷) ہوائی کے دباؤ کے تحت خارج ہوتی ہے اور ایک مُسَخِّن میں سے گذر کر ایک خفیف دباؤ والے استوانہ میں کرۂ ہوا کے دباؤ تک پھیلائی جاتی ہے۔

مختلف طرز کی موٹروں کے نظریہ پر حسب ذیل غور کرسکتے ہیں:۔

۱۳۲۔ پہلی صورت۔ سادہ حرناگذار پھیلاؤ ــــ

فرض کرو ہوا دباؤ دؔ، حجم حمؔ اور تپش تؔ پر موٹر میں داخل ہوتی ہے۔ لاحقے صدر نلیوں میں کی ہوا کی حالت کو ظاہر کرتے ہیں۔ شکل ۱۱۸ اظہار شکل کو تعبیر کرتی ہے۔



شکل ۱۱۸ -

تب فی پونڈ کیا ہوا کام

$$\text{ک} = \frac{\text{ج}}{\text{ج}-1}\left(\text{د}_{\text{ط}}\,\text{حجم}_{\text{ط}} - \text{د}_{2}\,\text{حجم}_{2}\right) \quad \cdots\cdots (1)$$

$$= \frac{\text{ج}}{\text{ج}-1}\,\text{سہ}\left(\text{ت}_{\text{ط}} - \text{ت}_{2}\right) \quad \cdots\cdots (2)$$

اب ، $\text{ت}_{2} = \text{ت}_{\text{ط}}\left(\frac{\text{د}_{2}}{\text{د}_{\text{ط}}}\right)^{\frac{\text{ج}-1}{\text{ج}}}$ [مقابلہ کرو (۱)، دفعہ ۱۲۴] ...... (۳)

لہذا $\text{ک} = \text{سہ}\,\text{ت}_{\text{ط}}\,\frac{\text{ج}}{\text{ج}-1}\left[1 - \left(\frac{\text{د}_{2}}{\text{د}_{\text{ط}}}\right)^{\frac{\text{ج}-1}{\text{ج}}}\right]$ ...... (۴)

اگر پھیلاؤ ہم تپشی ہو تو

$$\text{ک} = \text{سہ}\,\text{ت}_{\text{ط}}\,\text{لوگ}_{\text{و}}\,\frac{\text{د}_{\text{ط}}}{\text{د}_{2}} \quad \cdots\cdots (5)$$

اور سادہ حرناگذار موٹر کی استعداد

$$ع = \frac{\frac{ج}{ج-۱}\left[۱-\left(\frac{د_۲}{د_۱}\right)^{\frac{ج-۱}{ج}}\right]}{لوک_و \frac{د_۱}{د_۲}} \quad \ldots\ldots (۶)$$

۱۳۳- دوسری صورت۔ پھوار پچکاری کے ساتھ (۲۲۸)

ساوی موٹر — اس صورت میں پھیلاؤ کے منحنی کا کلیہ $د\,حم^{ن} =$ مستقل ہے جہاں ن ۱ء۲۵ سے ۱ء۳۵ تک بدلتا ہے اور فی پونڈ کیا ہوا کام۔

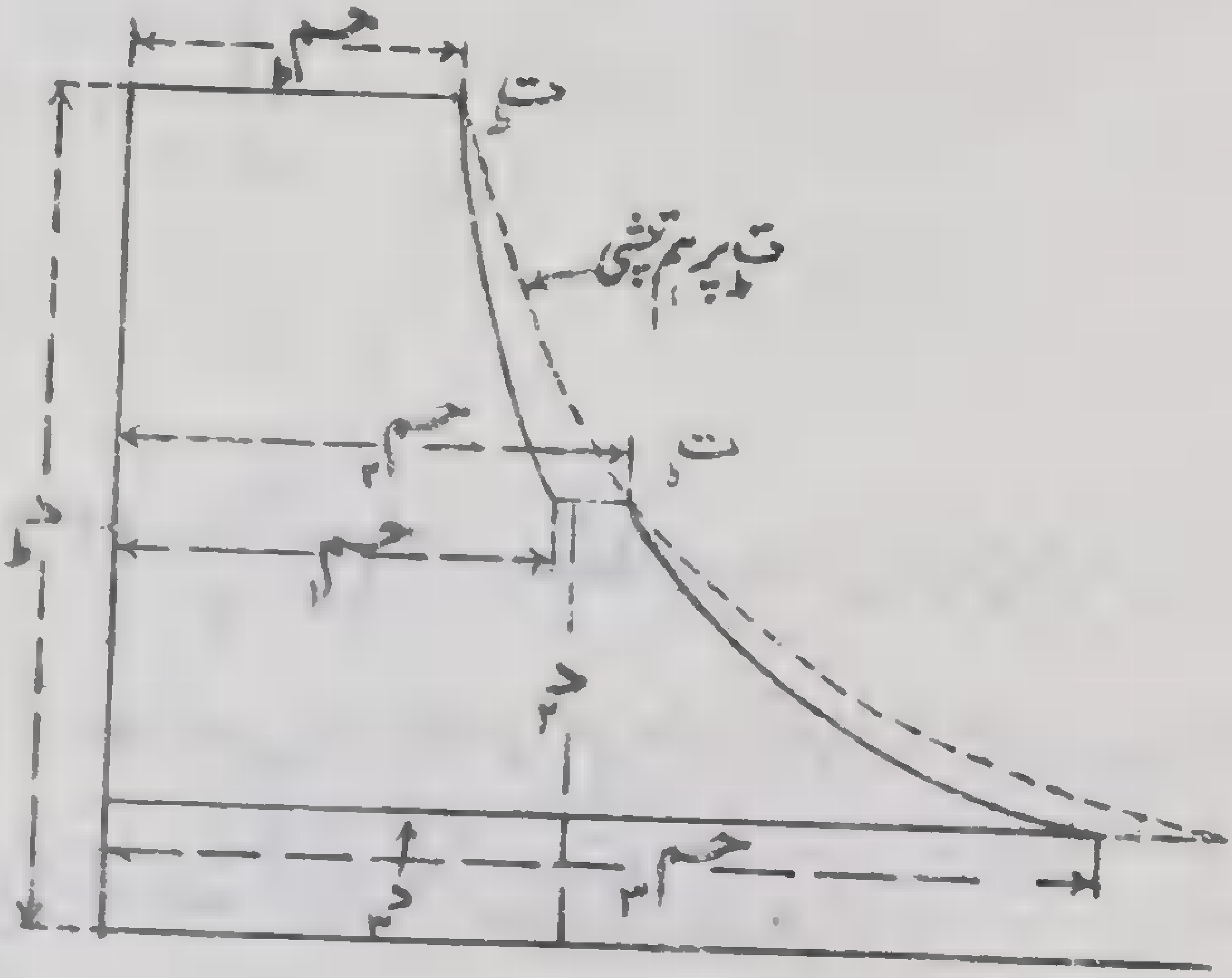
$$ک = ر\,ات_ہ \cdot \frac{ن}{ن-۱}\left[۱-\left(\frac{د_۲}{د_ہ}\right)^{\frac{ن-۱}{ن}}\right] \quad \ldots\ldots (۱)$$

۱۳۴- تیسری صورت۔ دو منزل والا حرناگذار

پھیلاؤ — اس طرز کی موٹر میں ہوا ایک درمیانی قابلہ میں صدنلیوں میں سے شدید دباؤ والے استوانہ میں داخل ہوتے وقت کی تپش کے مساوی تپش تک گرم کی جاتی ہے۔ یہ تپش کرۂ ہوائی کی تپش کے مساوی ہوگی اگر کوئی پیش تپش استعمال نہ کیا گیا ہو۔ شکل ۱۱۹ میں مظہار شکل دکھلائی گئی ہے۔
شدید دباؤ والے استوانہ میں کیا ہوا کام

$$ک_۱ = \frac{ج}{ج-۱}\left(د_ہ\,حم_ہ - د_۱\,حم_۱\right)$$

$$= ر\,ات \cdot \frac{ج}{ج-۱}\left[۱-\left(\frac{د_۲}{د_ہ}\right)^{\frac{ج-۱}{ج}}\right] \quad \ldots\ldots (۱)$$



شکل ۱۱۹۔

خفیف دباؤ والے استوانہ میں

$$\text{ک}_{۲} = \frac{\text{جہ}}{\text{جہ}-۱}\left(\text{د}_{۲}\,\text{حم}_{۲} - \text{د}_{۳}\,\text{حم}_{۳}\right) = \text{مر}\,\text{ت}_{\text{ط}}\cdot\frac{\text{جہ}}{\text{جہ}-۱}\left[۱-\left(\frac{\text{د}_{۳}}{\text{د}_{۲}}\right)^{\frac{\text{جہ}-۱}{\text{جہ}}}\right] \quad \ldots(۲)$$

لہٰذا کیا ہوا کل کام $\text{ک}_{۱} + \text{ک}_{۲}$ ہے۔

$$\text{ک} = \text{ک}_{۱} + \text{ک}_{۲} = \text{مر}\,\text{ت}_{\text{ط}}\cdot\frac{\text{جہ}}{\text{جہ}-۱}\left[۲-\left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{\text{ط}}}\right)^{\frac{\text{جہ}-۱}{\text{جہ}}} - \left(\frac{\text{د}_{۳}}{\text{د}_{۲}}\right)^{\frac{\text{جہ}-۱}{\text{جہ}}}\right] \quad \ldots\ldots(۳)$$

اگر $\text{د}_{۲} = \sqrt{\text{د}_{۳}\,\text{د}_{\text{ط}}}$ جو شرط اعظم کام کے لیے ہے یا ہر استوانہ میں مساوی طاقت کے لیے ہے۔

$$\text{ک} = \text{مر}\,\text{ت}_{\text{ط}}\cdot\frac{۲\,\text{جہ}}{\text{جہ}-۱}\left[۱-\left(\frac{\text{د}_{۳}}{\text{د}_{\text{ط}}}\right)^{\frac{\text{جہ}-۱}{۲\,\text{جہ}}}\right] \quad [\text{مقابلہ کرو (۵) دفعہ ۲۶}] \ldots\ldots(۴)$$

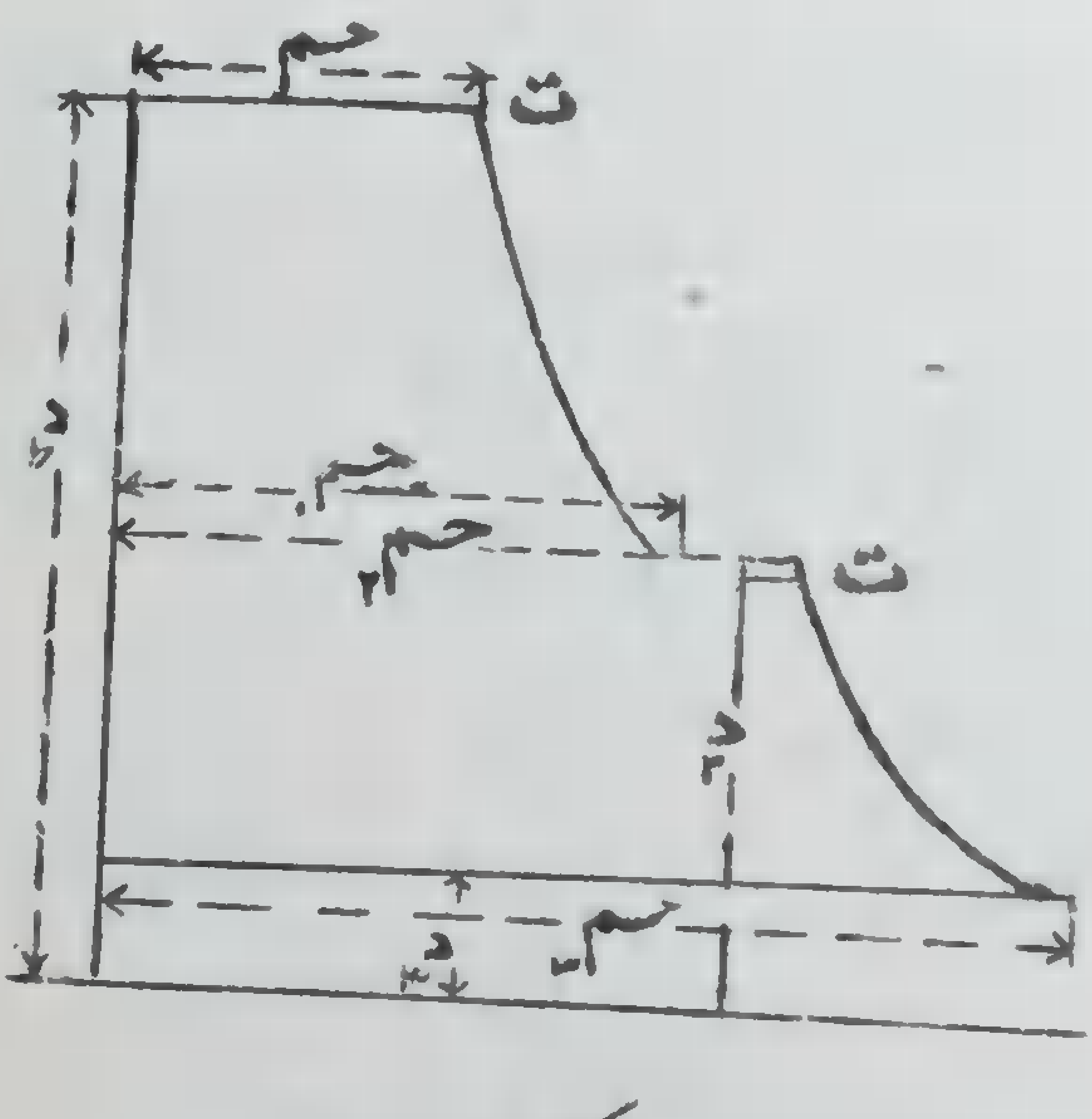
اِس صورت میں ب = $\frac{د_۱}{د_۲}$ اور استعداد حسب ذیل ہوگی۔ (۲۲۹)

$$ع = \frac{\frac{۲ج}{ج-۱}\left[۱-\left(\frac{۱}{ب}\right)^{\frac{ج-۱}{۲ج}}\right]}{لوک_و\ ب} \quad ....\ (۵)$$

۱۳۵۔ چوتھی صورت ـــــ اس طرز کی موٹر میں فرض کرو ہر پونڈ ہوا کا جو صدر نلیوں میں سے $د_۱$ حجم$_۱$ $ت_۱$ کی حالت میں داخل ہوتا ہے مستقل دباؤ کے تحت مُسخّن میں تپش ت تک گرم کیا جاتا ہے اس طرح اس کا حجم

$$حجم = حجم_۱ \frac{ت}{ت_۱}$$ ہوگا

شکل ۱۲۰ میں مظہار شکل دکھلائی گئی ہے۔



شکل ۱۲۰۔

پھیلاؤ حرناگذار فرض کیا جائے تو شدید دباؤ والے استوانہ میں فی پونڈ کیا ہوا کام

$$\text{ک}_{1} = \text{د}_{\text{ط}}\,\text{حم}_{\text{ط}} = \frac{\text{د}_{\text{ط}}\,\text{حم}_{\text{ط}} - \text{د}_{2}\,\text{حم}_{1}}{\text{جہ} - 1} - \text{د}_{2}\,\text{حم}_{1}$$

$$= \frac{\text{جہ}}{\text{جہ}-1}\left(\text{د}_{\text{ط}}\,\text{حم}_{\text{ط}} - \text{د}_{2}\,\text{حم}_{1}\right) \qquad \ldots\ldots (1)$$

$$\text{ر ات}\,.\,\frac{\text{جہ}}{\text{جہ}-1}\left[\left(\frac{\text{د}_{2}}{\text{د}_{\text{ط}}}\right)^{\frac{\text{جہ}-1}{\text{جہ}}} - 1\right] \qquad \ldots\ldots (2)$$

اب خفیف دباؤ والے استوانہ میں داخل ہونے کے قبل ہوا کو ایک دوسرے مُبَرِّد میں سے گذرنے دو جہاں اس کی تپش ت تک دوبارہ بڑھ جائے۔ فرض کیا جائے کہ کرۂ ہوائی کے دباؤ تک حرناگذار پھیلاؤ عمل میں آتا ہے تب خفیف دباؤ والے استوانہ میں کیا ہوا کام

$$\text{ک}_{2} = \frac{\text{جہ}}{\text{جہ}-1}\left(\text{د}_{2}\,\text{حم}_{2} - \text{د}_{3}\,\text{حم}_{3}\right)$$

$$= \text{ر ات}\,.\,\frac{\text{جہ}}{\text{جہ}-1}\left[\left(\frac{\text{د}_{3}}{\text{د}_{2}}\right)^{\frac{\text{جہ}-1}{\text{جہ}}} - 1\right] \qquad \ldots\ldots (3)$$

(۲۳۰) پھر $\text{د}_{2} = \sqrt{\text{د}_{\text{ط}}\,\text{د}_{3}}$ لینے سے کیا ہوا کُل کام

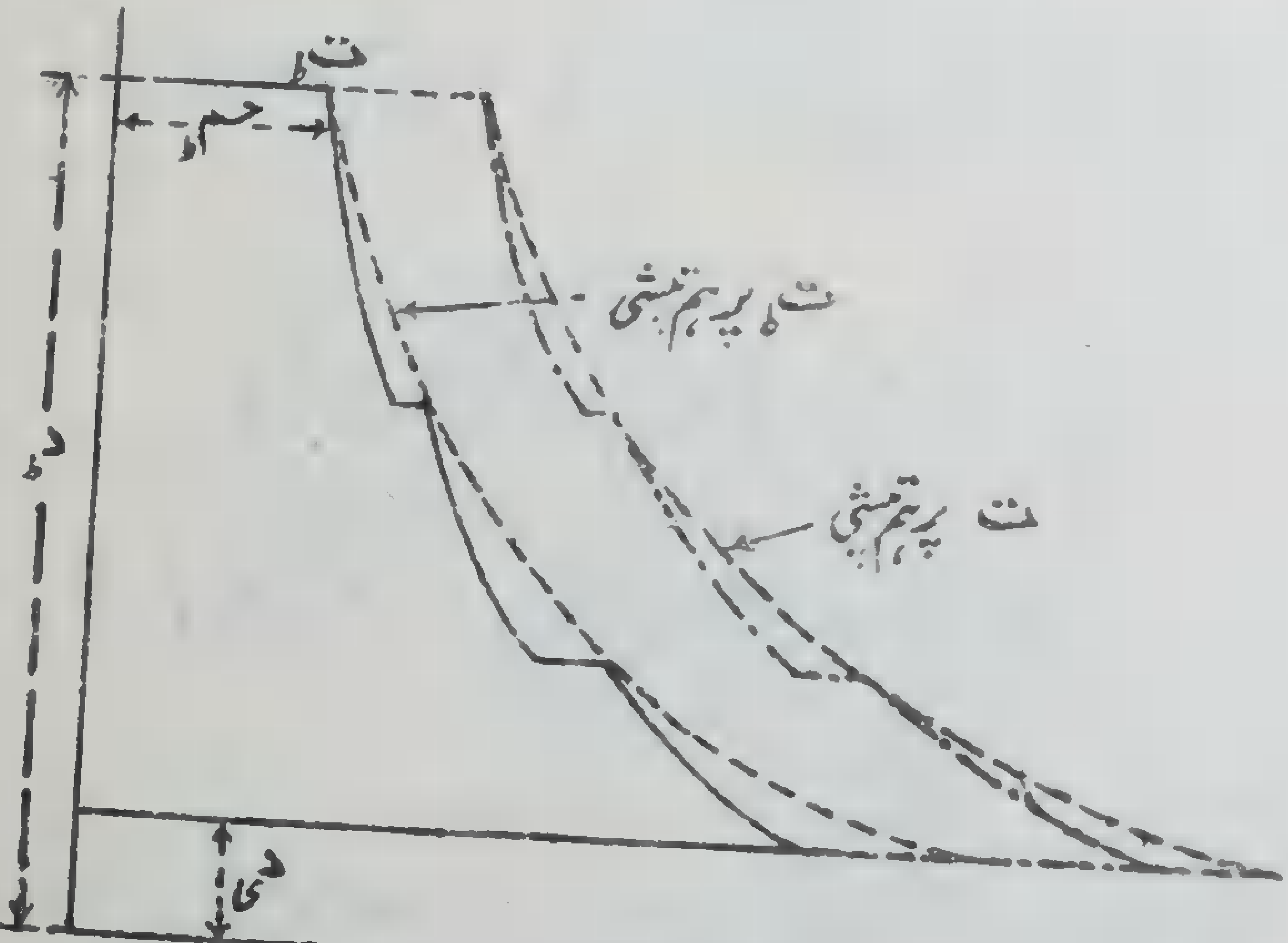
$$\text{ک}_{1} + \text{ک}_{2} = \text{ر ات}\,.\,\frac{\text{جہ}}{\text{جہ}-1}\left[\left(\frac{\text{د}_{2}}{\text{د}_{\text{ط}}}\right)^{\frac{\text{جہ}-1}{\text{جہ}}} + \left(\frac{\text{د}_{3}}{\text{د}_{2}}\right)^{\frac{\text{جہ}-1}{\text{جہ}}} - 2\right]$$

$$= \text{ر ات}\,.\,\frac{2\,\text{جہ}}{\text{جہ}-1}\left[\left(\frac{\text{د}_{3}}{\text{د}_{\text{ط}}}\right)^{\frac{\text{جہ}-1}{\text{جہ}}} - 1\right] \qquad \ldots\ldots (4)$$

اس جملہ کو دفعہ ۱۳۴ (۴) سے مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ کام شدید دباؤ والے استوانہ میں داخل ہونے تک ہوا کی ابتدائی تپش پر منحصر ہوتا ہے۔

۱۳۶ - پانچویں صورت - حرناگذار پھیلاؤ کی تین منزل والی موٹر درمیانی مُسخّنوں کے ساتھ بغیر پیش مُسخّن کے

۔ اس صورت میں شدید دباؤ والے استوانہ میں ہوا صدر نلیوں کی تپش ت ہ پر داخل ہوتی ہے اور بعد پھیلاؤ کے پھر ت ط تک گرم کی جاتی ہے اور اس کے بعد درمیانی استوانہ میں داخل ہوتی ہے۔ درمیانی استوانہ سے خارج ہونے کے بعد وہ پھر ت ہ تک گرم کی جاتی ہے اور تب حرناگذار طور پر خفیف دباؤ والے استوانہ میں کرہ ہوائی کے دباؤ تک پھیلتی ہے شکل ۱۲۱ میں منظہار شکل دکھلائی گئی ہے۔



شکل ۱۲۱۔

تین منزل والے فشارندے کی صورت میں دفعہ ۱۲۸ کے مانند استدلال کرنے سے فی پونڈ ہوا کیا ہوا کام حسب ذیل ہوگا۔

$$\text{ک} = \text{ر ات}_{\text{ط}}\,\frac{\text{۳ جہ}}{\text{جہ} - \text{۱}}\left[\text{۱} - \left(\frac{\text{د}_{\text{ی}}}{\text{د}_{\text{ط}}}\right)^{\frac{\text{جہ} - \text{۱}}{\text{۳ جہ}}}\right] \quad \text{(۱)}$$

جہاں $\text{د}_{\text{ی}}$ = اخراجی دباؤ اور $\text{د}_{\text{ط}}$ = صدر نلیوں میں کا دباؤ۔ اور استعداد

(۲۳۱)

$$\text{ع} = \frac{\text{ر ات}_{\text{ط}}\,\frac{\text{۳ جہ}}{\text{جہ} - \text{۱}}\left[\text{۱} - \left(\frac{\text{د}_{\text{ی}}}{\text{د}_{\text{ط}}}\right)^{\frac{\text{جہ} - \text{۱}}{\text{۳ جہ}}}\right]}{\text{ر ات}_{\text{ط}}\,\text{لوک}_{\text{و}}\left(\frac{\text{د}_{\text{ط}}}{\text{د}_{\text{ی}}}\right)}$$

$$= \frac{\frac{\text{۳ جہ}}{\text{جہ} - \text{۱}}\left[\text{۱} - \left(\frac{\text{۱}}{\text{ب}}\right)^{\frac{\text{جہ} - \text{۱}}{\text{۳ جہ}}}\right]}{\text{لوک}_{\text{و}}\,\text{ب}} \quad \text{(۲)}$$

۱۳۷- چھٹی صورت —— یہ صورت پانچویں صورت کے مشابہ ہے (شکل ۱۲۱) اس میں صرف درمیانی مُسخّنوں کے سوائے پیش مُسخّن بھی استعمال کیا جاتا ہے اور چوتھی صورت دفعہ ۱۳۵ کے مانند فی پونڈ ہوا کیا ہوا کام

$$\text{ک} = \text{ر ات}.\,\frac{\text{۳ جہ}}{\text{جہ} - \text{۱}}\left[\text{۱} - \left(\frac{\text{د}_{\text{ی}}}{\text{د}_{\text{ط}}}\right)^{\frac{\text{جہ} - \text{۱}}{\text{۳ جہ}}}\right]$$

$$= \text{ر ات}.\,\frac{\text{۳ جہ}}{\text{جہ} - \text{۱}}\left[\text{۱} - \left(\frac{\text{۱}}{\text{ب}}\right)^{\frac{\text{جہ} - \text{۱}}{\text{۳ جہ}}}\right] \quad \text{(۱)}$$

پیش اسخان کی مقدار موٹر کی جسامت اور اخراج کی تپش پر منحصر ہوتی ہے۔ اگر ہوا بغیر پیش اسخان کے داخل ہوتی ہے تو ادنیٰ تپش پر (۱۰ ف سے ۴۵ ف تک) خارج کی جاتی ہے اس حالت میں وہ سرد ذخیرہ باسی کے مشابہ دوسرے اغراض کے لیے استعمال کی جا سکتی ہے۔ اگر یہ خفیف تپش روا رکھی جائے تو اسواد کے اندر برف کے جمع ہو جانے سے کواڑیاں بند ہو کر تکلیف کا باعث ہو جاتے ہیں۔ اگر کافی طور پر پیش اسخان استعمال ہو تو اخراج کی تپش کرۂ ہوائی کی تپش سے زیادہ ہو سکتی ہے اور موٹر بڑی ہو تو گرم تازہ ہوا گرمانے اور ترویج کے لیے موسم سرما میں حاصل ہو سکتی ہے۔

۱۳۸۔ فشارندوں کی استعداد

پیارس میں کے منصوبات پر کیے امتحانات سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہوا فشارندوں کی میکانی استعداد تقریباً ۸۰ فیصد ہوتی ہے۔ فشارندوں کی حرحرکیاتی استعداد (ہم تپشی فشارندہ کی استعداد ۱۰۰ فیصد لے کر) اکہرے منزل والے کے لیے تقریباً ۸۵ فیصد ہوتی ہے اور ہوا پچکاری کے ساتھ دوہرے منزل والوں کے لیے ۹۲ فیصد ایک میل کے ارسال کے لیے صدر نلیوں میں رساؤ اور تنزل دباؤ کے سبب نقصان ۲ و ۳ فیصد لیا جا سکتا ہے۔ اس طرح صدر نلیوں کی استعداد تقریباً ۲ و ۹۶ فیصد ہوتی ہے۔

ایک معادی موٹر کی حرحرکیاتی استعداد جو بغیر پیش مسخن کے ہو تقریباً ۷۰ فیصد ہوتی ہے۔ اگر پیش مسخن لگایا جائے تو استعداد ۸۵ فیصد ہو جاتی ہے۔ دو منزل والی حرنا گذار موٹر کی استعداد جو بغیر پیش مسخن کے ہو تقریباً ۹۰ فیصد ہوتی ہے اور درمیانی مسخن کے ساتھ اگر پیش مسخن استعمال کیا جائے تو ۱۱۰ تا ۱۱۳ فیصد ہوتی ہے۔

امثلۂ نمبری (۱۰)

(۱) ایک سادے ہوا پچکانے کے منصوبے میں فشارندہ ہوا کو کرۂ ہوائی سے

کھینچتا ہے اور حر ناگزار طور پر ۱۲ کرۂ ہوائی تک پچکاتا ہے۔ کرۂ ہوائی کی تپش ۶۰° ف ہے۔ صدر نلیوں میں ہوا مستقل دباؤ کے تحت ابتدائی تپش تک سرد کی جاتی ہے اور تب موٹر میں داخل کی جاتی ہے جہاں وہ کاٹ کے بعد حر ناگزار طور پر کرۂ ہوائی تک پھیلتی ہے۔ استعداد معلوم کرو۔

(۲) ایک ہوا فشارندہ ۲۶۰ مکعب فٹ ہوائی منٹ ۶۰° ف پر کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تحت حاصل کرتا ہے اور حر ناگزار طور پر ایک منزل میں دس کرۂ ہوائی تک پچکاتا ہے۔ ایسے فشارندہ کو چلانے کے لئے جو انجن مطلوب ہو اس کی بریک اسپی طاقت معلوم کرو۔ فشارندہ کی میکانی استعداد ۸۶ فیصد ہے اور تمام نقصانات فراغ وغیرہ کے سبب نظرانداز کر دیے جائیں۔

(۲۳۲) (۳) ایک انجن کو دبی ہوا ۹۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق دباؤ کے تحت ۶۵° ف پر پہنچائی جاتی ہے۔ دحم ۱٫۳ = مستقل کلیہ کے مطابق ہوا ۱۵ پونڈ مطلق تک پھیلائی جاتی ہے اور تب اسی دباؤ پر خارج کی جاتی ہے۔ کتنے پونڈ ہوا فی ھ۔ ا۔ ط گھنٹہ استعمال ہوگی اور پھیلاؤ کے ختم پر ہوا کی تپش معلوم کرو۔ فراغ وغیرہ کے سبب نقصانات نظرانداز کر دو۔ (جامعۂ لندن)

(۴) ایک تصوری ہوا فشارندہ ایک اور بارہ کرۂ ہوائی کے درمیان کام کرتا ہے پچکاؤ حر ناگزار ہے اور ابتدائی تپش ۶۰° ف ہے۔ کام کی مقدار جو فی پونڈ ہوا خرچ ہوجاتی ہے معلوم کرو جبکہ ہوا حسب ذیل طریقوں سے پچکائی جاتی ہے۔

(ا) اکہرے منزل والا پچکاؤ۔

(ب) دو منزل والا پچکاؤ۔

(ج) تین منزل والا پچکاؤ۔

(ب) اور (ج) میں فی پونڈ دبی ہوا سے کتنی حرارت جینی مبرد میں اخذ کی جانا چاہیے؟ (حرِ = ۰٫۲۳۷۵)۔

(۵) سوال ۴ حل کیا جائے اگر پچکاؤ کے منحنیوں کا کلیہ پھوار پچکاری کے سبب دحم ۱٫۲ = مستقل ہو۔

(۶) ایک ۵۰ مر-ا-ط والے دوہرے عمل کے ہوا فشارندے کے استوانہ کی جسامت معلوم کرو جو ایک سادہ فشارندہ کی طرح ۱۲۰ گردشیں فی منٹ کے ساتھ کام کرتا ہے۔ پچکاؤ کا کلیہ د حم^{۱.۲} = مستقل ہے اور پچکاؤ کے دباؤں کی نسبت ۱۵ پونڈ فی مربع انچ سے ۱۵۰ پونڈ فی مربع انچ مطلق تک ہے۔ فشارہ کی اوسط رفتار ۶۰۰ فٹ فی منٹ لی جائے۔

گیارھواں باب (۲۳۳)

احتراق

احتراق اس کیمیائی عمل کا نام ہے جو ایندھن کے اشتعال پذیر اجزا اور آکسیجن کے درمیان واقع ہوتا ہے اور جس عمل سے حرارت پیدا ہوتی ہے۔ تمام ایندھن خواہ ٹھوس، مائع یا گیسی ہوں ان میں احتراق پذیر اجزا کاربن، ہائیڈروجن اور گندھک ہوتے ہیں۔ ان میں سے گندگ گرمانے کی قیمت بڑھانے میں بہت کم حصہ لیتی ہے کیونکہ اس کی بہت تھوڑی مقدار ہوتی ہے اور اس کو جلانے سے سلفورس ایسڈ پیدا ہوتا ہے جو مضر ہے اس لیے اس ایندھن کا استعمال، جس میں بہت گندک ہو مناسب نہیں خصوصاً بھاپ پیدا کرنے میں۔ ذیل کی جدول میں مختلف اشیا کے جوہری اور سالمی وزن دیے گئے ہیں جن کا ذکر اس باب میں ہوگا۔

		جوہری وزن	سالمی وزن
ہائیڈروجن	H_2	۱	۲

		جوہری وزن	سالمی وزن
آکسیجن	O_2	۱۶	۳۲
نائیٹروجن	N_2	۱۴	۲۸
کاربن	C	۱۲	—
گندک	S	۳۲	—
پانی	H_2O	—	۱۸
کاربن مانا کسائیڈ	CO	—	۲۸
کاربن ڈائی آکسائیڈ	CO_2	—	۴۴
سلفر ڈائی آکسائیڈ	SO_2	—	۶۴
مارش گیس	CH_4	—	۱۶

۱۳۹۔ ہائیڈروجن کا احتراق ——— ذیل کی مساوات عمل کو تعبیر کرتی ہے اور ہر علامت کے نیچے اس کا سالمی وزن لکھا گیا ہے۔

$$2H_2+O_2=2H_2O \quad \cdots\cdots (۱)$$

$$۴+۳۲ = ۳۶$$

(۱) سے ظاہر ہے کہ ایک پونڈ ہائیڈروجن کو جلا کر بھاپ (H_2O) بنانے کے لیے ۸ پونڈ آکسیجن کے درکار ہوتے ہیں اور ۹ پونڈ بھاپ بنتی ہے۔ احتراق کے عمل میں ایک پونڈ ہائیڈروجن سے ۶۰۹۳۰ ب-ح-ا (۳۳۸۳۰ م-ح-ا) حاصل ہوتے ہیں لیکن اس کے ساتھ ۹ پونڈ بھاپ بنتی ہے جو تقریباً ۹×۹۷۰=۸۷۳۰ ب-ح-ا جذب کرتی ہے اس طرح تقریباً ۵۲۲۰۰ ب-ح-ا (۲۹۰۰۰ م-ح-ا) مفید اغراض کے لیئے قابل حصول ہیں۔ لیکن عملاً ایندھن میں کی ہائیڈروجن کے احتراق سے جو بھاپ پیدا ہوتی ہے وہ دوسری گیسوں کے ساتھ جو شارہ سے نکل جاتی ہے

یا اندرونی احتراقی انجن میں اخراجی گیسوں کے ساتھ۔ پس ہائیڈروجن کی موثر حراری
قیمت ۵۲۲۰۰ ب۔ح۔ا (۲۹۰۰۰ م۔ح۔ا) فی پونڈ لینا چاہیے۔ یہ عدد (۲۲۴)
ادنیٰ خالص (net) یا موثر حراری قیمت کہلاتا ہے اور ۶۰۹۳۰ ب۔ح۔ا اعلیٰ
یا کل حراری قیمت کہلاتی ہے۔ اس لیے اعلیٰ حراری قیمت منفی بھاپ کی حرارت
مخفی جو احتراق کے دوران میں پیدا ہوتی ہے، ادنیٰ حراری قیمت کہلاتی ہے۔

۱۴۰۔ کاربن کا احتراق

جبکہ کاربن CO_2 تک مکمل طور پر جلتا ہے تو عمل ذیل کی مساوات سے تعبیر ہوتا ہے۔

$$C+O_2=CO_2 \qquad (۱)$$

$$۱۲+۳۲=۴۴$$

(۱) کی مدد سے ہم دیکھتے ہیں کہ ایک پونڈ کاربن کے لیے جو مکمل طور پر CO_2 تک جلتا ہے تو $\frac{۳۲}{۱۲}$ = ۲٫۶۶ پونڈ آکسیجن درکار ہوتی ہے اور $\frac{۴۴}{۱۲}$ = ۳٫۶۶ پونڈ CO_2 بنیگی۔ احتراق کے عمل میں ایک پونڈ کاربن CO_2 تک جلنے میں تقریباً ۱۴۵۴۰ ب۔ح۔ا (۸۰۸۰ م۔ح۔ا) حاصل ہوتے ہیں۔

جب ایک پونڈ C نامکمل طور پر CO تک جلتا ہے تو صرف ۴۴۰۰ ب۔ح۔ا حاصل ہوتے ہیں اور عمل ذیل کی مساوات سے تعبیر ہوگا۔

$$2C+O_2=2CO \qquad (۲)$$

مندرجۂ بالا سے ظاہر ہے کہ نامکمل احتراق کے سبب فی پونڈ کاربن جو جلایا گیا اس کے سبب ۱۴۵۴۰ − ۴۴۰۰ = ۱۰۱۴۰ ب۔ح۔ا کا نقصان ہوتا ہے پس بھاپ جوشارہ کی بھٹی سے خارج ہونے والی دودراہی گیسوں میں اور اندرونی احتراقی انجن کی اخراجی گیسوں میں CO کا نہ ہونا ضروری ہے۔

نیز اگر اعلیٰ تپش پر CO_2 کا تماس دہکتے کاربن سے ہو تو حسب ذیل

مساوات کی رو سے CO میں تحویل ہوگی۔

$$CO_2 + C = 2CO \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۳)$$

یہ عمل آگ کے موٹے دَل میں واقع ہوتا ہے (دفعہ ۱۵۲ بھی ملاحظہ ہو) اور دودراہی گیسوں میں CO کی موجودگی سے جو نقصان واقع ہوتا ہے اس کو روکنے کے لیے آگ کے اوپر ہوا پہنچائی جائے تاکہ CO جل کر CO_2 بنے۔

۱۴۱۔ گندک کا احتراق — یہ عمل ذیل کی مساوات سے تعبیر ہوتا ہے۔

$$S + O_2 = SO_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۱)$$

$$۳۲ + ۳۲ = ۶۴$$

(۱) سے ہم کو معلوم ہوتا ہے کہ ایک پونڈ گندک جلانے کے لیے ایک پونڈ آکسیجن مطلوب ہے جس سے ۲ پونڈ SO_2 بنتی ہے۔ احتراق کے عمل میں ایک پونڈ گندک سے ...۴ ب-ح-ا حاصل ہوتے ہیں۔

۱۴۲۔ ہوا کی اقل مقدار جو ایک پونڈ ٹھوس، یا مائع ایندھن کے مکمل احتراق کے لیے مطلوب ہے — فرض کرو ایک پونڈ ایندھن میں

C پونڈ کاربن

H پونڈ ہائیڈروجن

O پونڈ آکسیجن

S پونڈ گندک ہے —

دفعہ ۱۴۰ میں ہم نے دیکھا ہے کہ ایک پونڈ کاربن کے مکمل احتراق کے لیے

۲٫۶۶ پونڈ آکسیجن مطلوب ہے۔ دفعہ ۱۳۹ کی رُو سے ایک پونڈ ہائیڈروجن کے لیے ۸ پونڈ آکسیجن اور دفعہ ۱۴۱ کی رُو سے ایک پونڈ گندک کے لیے ایک پونڈ آکسیجن مطلوب ہے۔ پس چونکہ ہوا میں وزن کے لحاظ سے ۲۳ فیصد آکسیجن ہے اس لیے

$\frac{۱۰۰}{۲۳}$ = ۴٫۳۵ پونڈ ہوا میں ایک پونڈ آکسیجن ہوگی۔ اور

ایک پونڈ کاربن کے لیے ۲٫۶۶ × ۴٫۳۵ = ۱۱٫۶ پونڈ ہوا مطلوب ہے۔

ایک پونڈ ہائیڈروجن کے لیے ۸ × ۴٫۳۵ = ۳۴٫۸ پونڈ ہوا مطلوب ہے۔

ایک پونڈ گندک کے لیے ۱ × ۴٫۳۵ = ۴٫۳۵ پونڈ ہوا مطلوب ہے۔

اس لیے ایک پونڈ ایندھن کے لیے (۲۳۵)

C × ۱۱٫۶ + H × ۳۴٫۸ + S × ۴٫۳۵ پونڈ ہوا مطلوب ہوگی۔۔۔۔ (۱)

مثال (۱) Russolene ۔ تیل کے نمونہ میں وزن کے لحاظ سے ۸۶ فیصد کاربن اور ۱۴ فیصد ہائیڈروجن ہے۔ ایک پونڈ تیل کے مکمل احتراق کے لیے ہوا کی اقل مقدار دریافت کرو۔

اقل مقدار = ۱۱٫۶ × ۰٫۸۶ × ۳۴٫۸ × ۰٫۱۴

= ۹٫۹۷ + ۴٫۸۷

= ۱۴٫۸۴ پونڈ۔

حقیقی عمل میں مکمل احتراق کے لیے اس مقدار کی تقریباً ½۱ گنی ہوا مہیا کی جاتی ہے۔

مثال (۲) نکسن کے بحری بھاپ کوئلہ کے نمونہ کی تحلیل وزن کے لحاظ سے حسب ذیل ہے۔

کاربن ۸۸٫۸ فیصد، H ۴٫۱۰ فیصد اور ماباقی راکھ۔ اگر فی پونڈ کوئلہ کے مکمل احتراق کے لیے ۱۸ پونڈ ہوا مہیا کی جائے تو وزن کے لحاظ سے حاصل احتراق کی ترکیب دریافت کرو۔

فی پونڈ کوئلہ کے حاصل احتراق کا کُل وزن = ۱۸ + ایک پونڈ کوئلہ میں کے احتراق پذیر اجزا

= ۱۸٫۹۱۹ پونڈ

پس

فی پونڈ کوئلہ CO_2 کا وزن = ۰.۸۷۸ × ۴۴/۱۲ = ۳.۲۱۹

" " H_2O " = ۰.۰۴۱ × ۹ = ۰.۳۶۹

" " N_2 " = ۱۸ × ۷۷/۱۰۰ = ۱۳.۸۶۰

کل = ۱۷.۴۴۸ پونڈ

∴ آکسیجن کا وزن (فرق کی روسے) = ۱۸.۹۱۹ − ۱۷.۴۴۸

= ۱.۴۷۱ پونڈ

لہذا حاصل احتراق ذیل پر مشتمل ہونگے۔

کاربن ڈائی آکسائیڈ (CO_2) = ۳.۲۱۹ / ۱۸.۹۱۹ = ۰.۱۷۰ = ۱۷ فیصد

بھاپ (H_2O) = ۰.۳۶۹ / ۱۸.۹۱۹ = ۰.۰۱۹ = ۱.۹ فیصد

نائیٹروجن (N_2) = ۱۳.۸۶ / ۱۸.۹۱۹ = ۰.۷۳۳ = ۷۳.۳ "

آکسیجن (O_2) = ۱.۴۷۱ / ۱۸.۹۱۹ = ۰.۰۷۷۷ = ۷.۷۷ "

۱۴۳۔ ایک مکعب فٹ گیسی ایندھن کے مکمل احتراق کے لیے ہوا کی اقل مطلوبہ مقدار — طریقۂ حساب کی

توضیح مثال کے ذریعہ بہترین ہوگی۔ کوئلہ گیس کی حجمی تحلیل حسب ذیل ہے۔

ہائیڈروجن (H_2) = ۴۶.۰ فیصد

دلدلی گیس (CH_4) = ۳۹.۵ "

کاربن مانو آکسائیڈ (CO) = ۷.۵ "

نائیٹروجن (N_2) = ۵۰ء۰ فیصد

آبی بخارات (H_2O) = ۰ء۲ فیصد طریقہ عمل یہ ہوگا۔

ہائیڈروجن $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ .... (۱)

یعنے دو مکعب فٹ ہائیڈروجن + ایک مکعب فٹ آکسیجن سے دو مکعب فٹ آبی بخارات حاصل ہونگے۔

۰ء۴۶ " " " + ۰ء۲۳ مکعب فٹ آکسیجن سے ۰ء۴۶ مکعب فٹ آبی بخارات حاصل ہونگے۔

مارش گیس $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ .... (۲) (۲۳۶)

یعنے ایک مکعب فٹ مارش گیس + ۲ مکعب فٹ آکسیجن = ایک مکعب فٹ CO_2 + ۲ مکعب فٹ آبی بخارات

اس لیے ۰ء۳۹۵ مکعب فٹ مارش گیس + ۰ء۷۹ مکعب فٹ آکسیجن = ۰ء۳۹۵ مکعب فٹ CO_2 + ۰ء۷۹ مکعب فٹ آبی بخارات

کاربن مانا آکسائیڈ $2CO + O_2 = 2CO_2$ .... (۳)

یعنے دو مکعب فٹ CO + ایک مکعب فٹ آکسیجن = ۲ مکعب فٹ CO_2

۰ء۰۷۵ " " CO + ۰ء۰۳۷۵ " " = ۰ء۰۷۵ " "

پس ایک مکعب فٹ کوئلہ گیس کے مکمل احتراق کے لیے ۰ء۲۳ + ۰ء۷۹ + ۰ء۰۳۷۵ = ۱ء۰۵۷۵ مکعب فٹ آکسیجن مطلوب ہے۔ ہوا میں حجم کے لحاظ سے ۲۱ فیصد آکسیجن ہوتی ہے پس ایک مکعب فٹ گیس کے مکمل احتراق کے لیے

$1.0575 \times \frac{100}{21} = 5.03$ مکعب فٹ ہوا مطلوب ہوگی۔

مندرجہ بالا جبری صورت میں حسب ذیل ہوگا۔

(۱) سے

ایک مکعب فٹ H کے لیے ۰ء۵ مکعب فٹ O مطلوب ہے

$= 0.5 \times \frac{100}{21} = 2.38$ مکعب فٹ ہوا

(۲) سے
ایک مکعب فٹ CH_4 کے لیے ۲ مکعب فٹ O مطلوب ہے
= ۲ × $\frac{۱۰۰}{۲۱}$ = ۹٫۵۲ مکعب فٹ ہوا

(۳) سے
ایک مکعب فٹ CO کے لیے ۰٫۵ مکعب فٹ O مطلوب ہے
= ۰٫۵ × $\frac{۱۰۰}{۲۱}$ = ۲٫۳۸ مکعب فٹ ہوا

پس ایک مکعب فٹ گیس کے لیے جس کے احتراق پذیر اجزا یہ ہوں ہوا کی مطلوبہ مقدار

H ۲٫۳۸ + CH_4 ۹٫۵۲ + CO ۲٫۳۸ مکعب فٹ ہوگی۔

حاصل احتراق کی ترکیب — حاصل احتراق ذیل پر مشتمل ہوں گے۔

CO_2 = ۰٫۳۹۵ + ۰٫۰۷۵ = ۰٫۴۷ مکعب فٹ
H_2O = ۰٫۴۶ + ۰٫۷۹ + ۰٫۰۲ = ۱٫۲۷ " "
N_2 = ۰٫۰۰۵ + ۵٫۰۳ × $\frac{۷۹}{۱۰۰}$ = ۳٫۹۸ مکعب فٹ

جملہ ۵٫۷۲ " "

احتراق شروع ہونے کے قبل گیس اور ہوا کے آمیزہ کا حجم ۱ + ۵٫۰۳ = ۶٫۰۳ مکعب فٹ تھا پس احتراق کے بعد حجم کا سکڑاؤ ۶٫۰۳ − ۵٫۷۲ = ۰٫۳۱ مکعب فٹ یا $\frac{۰٫۳۱}{۶٫۰۳}$ × ۱۰۰ = ۵٫۱ فیصد ہے۔

گیس انجن سے خارج ہونے والی اخراجی گیسوں کی تحلیل سے ہوا کی مقدار کا حساب جو فی مکعب فٹ گیس کے لیے مہیا کی گئی۔ حساب کے لیے گیس کی اور اخراجی گیسوں کی تحلیل کی

ضرورت ہوتی ہے مندرجۂ بالا مثال میں فی مکعب فٹ گیس مطلوبہ ہوا کی اقل مقدار ۵٫۰۳ مکعب فٹ معلوم کی گئی اور حاصل احتراق کا کُل حجم جب کہ بھاپ بخار کی صورت میں ہو ۵٫۷۲ مکعب فٹ ہے۔ اگر بھاپ کی تکثیف ہو تو حاصل احتراق کا حجم (حاصل پانی کا حجم جو بہت تھوڑا ہے نظر انداز کر دیا جائے)

۵٫۷۲ − ۱٫۲۷ = ۴٫۴۵ مکعب فٹ ہوگا

جبکہ اخراجی گیسوں کی تحلیل کی جاتی ہے تو بھاپ کی تکثیف عمل میں آتی ہے

(۲۴۷) پس اگر فی مکعب فٹ گیس ۵٫۰۳ مکعب فٹ سے زائد لا مکعب فٹ ہوا بہم پہنچائی جائے تو حقیقی حاصل احتراق کا کل حجم جو ایک مکعب فٹ گیس سے حاصل ہوگا

لا + ۴٫۴۵ مکعب فٹ ہے

فرض کرو اخراجی گیسوں میں آکسیجن (حجم کے لحاظ سے) O_2 فیصد ہے

تب ہوا کی فاضل مقدار جس میں آکسیجن کی یہ مقدار ہوگی

$$\frac{\text{۱۰۰}}{\text{۲۱}} \times O_2$$ مکعب فٹ ہے

$$\therefore \frac{\text{ہوا کا حجم جو حقیقی حاصل احتراق میں بچ رہتا ہے}}{\text{حقیقی حاصل احتراق کا کُل حجم}}$$

$$= \frac{\text{لا}}{\text{لا} + \text{۴٫۴۵}}$$

$$\text{لہذا} \quad \frac{\text{لا}}{\text{لا} + \text{۴٫۴۵}} = \frac{\frac{\text{۱۰۰}}{\text{۲۱}} \times O_2}{\text{۱۰۰}}$$

$$\text{یا} \quad \frac{\text{لا}}{\text{لا} + \text{۴٫۴۵}} = \frac{O_2}{\text{۲۱}}$$

$$\text{لا}\,(O_2 - \text{۲۱}) = O_2\ \text{۴٫۴۵}$$

$$\text{لا} = \frac{O_2\ \text{۴٫۴۵}}{O_2 - \text{۲۱}} \qquad \text{(۴)}$$

یا الفاظ میں اس طرح ظاہر کیا جاتا ہے -

فاضل ہوا جو بہم پہنچائی گئی (مکعب فٹ)

= حاصل احتراق کا حجم جبکہ ہوا کی نظری اقل مقدار پہنچائی جائے (پیدا شدہ بھاپ کی تکثیف ہو جائے)

$$\times \frac{\text{اخراجی گیسوں میں فیصد آکسیجن}}{\text{۲۱ - اخراجی گیسوں میں فیصد آکسیجن}}$$

مثال - مندرجۂ بالا کوئلہ گیس میں اخراجی گیس کی تحلیل کرنے پر حجم کے لحاظ سے ۱۰ فیصد آکسیجن حاصل ہوئی - ہوا کا حجم جو فی مکعب فٹ گیس پہنچائی گئی اور احتراق کے بعد حجم کا سکڑاؤ معلوم کرو -

(۴) سے

$$\text{فاضل ہوا} = \frac{۱۰ \times ۴٫۴۵}{۲۱ - ۱۰} = ۴٫۰۴۵ \text{ مکعب فٹ}$$

∴ کل خشک ہوا جو فی مکعب فٹ گیس پہنچائی گئی $= ۵٫۰۳ + ۴٫۰۴۵ = ۹٫۰۷۵$ مکعب فٹ

احتراق کے قبل آمیزہ کا حجم $= ۹٫۰۷۵ + ۱ = ۱۰٫۰۷۵$ " "

آبی بخارات کی تکثیف فرض کرکے احتراق کے بعد آمیزہ کا حجم $= ۴٫۰۴۵ + ۴٫۴۵ = ۸٫۴۹۵$ " "

∴ احتراق کے سبب سکڑاؤ $= ۱۰٫۰۷۵ - ۸٫۴۹۵ = ۱٫۵۸۰$ " "

$$= \frac{۱٫۵۸}{۱۰٫۰۷۵} \times ۱۰۰ = ۱۵٫۶ \text{ فیصد -}$$

انجن کے استوانہ میں آبی بخارات کی تکثیف عمل میں نہیں آئیگی اور حاصل احتراق کا حقیقی حجم یہ ہوگا

لا + ۵٫۷۲ = ۵٫۷۲ + ۴٫۰۴۵

= ۹٫۷۶۵ مکعب فٹ

انجن کے استوانہ میں احتراق کے سبب سکڑاؤ = ۱۰٫۰۷۵ − ۹٫۷۶۵

= ۰٫۳۱۰ مکعب فٹ

$= \frac{۰٫۳۱}{۱۰٫۰۷۵} \times ۱۰۰ = ۳٫۰۷$ فیصد۔

۱۴۴۔ جو شارہ کو چھوڑنے والی دود راہی گیسوں کی تحلیل کی مدد سے ہوا کی مقدار کا حساب جو فی پونڈ ایندھن پہنچائی گئی —— (۲۳۸)

فرض کرو

C = وزن کے لحاظ سے ایندھن میں کا کاربن فیصد

CO_2 = 〃 〃 دود راہی گیسوں میں کی کاربن ڈائی آکسائیڈ فیصد

CO = 〃 〃 〃 〃 〃 کاربن مانا آکسائیڈ فیصد

N = 〃 〃 〃 〃 〃 نائیٹروجن فیصد

O = 〃 〃 〃 〃 〃 آکسیجن فیصد

دود راہی گیسوں کے وزن کے لحاظ سے سو حصّوں کو لیں تو اس میں N حصے نائیٹروجن کے ہونگے۔ اب وزن کے لحاظ سے ہوا میں نائیٹروجن ۷۷ فیصد ہوتی ہے۔

∴ $\frac{۱۰۰}{۷۷} \times N$ ہوا کے حصوں کے ساتھ نائیٹروجن کے N حصے ہوتے ہیں۔ دفعہ ۱۴۰ کی رو سے معلوم ہوگا کہ دود راہی گیسوں کے سو حصّوں میں

$\left(\frac{۱۲}{۴۴} \times CO_2\right) + \left(\frac{۱۲}{۲۸} \times CO\right)$ حصے کاربن ہوتا ہے۔

پس کاربن کے ساتھ ہوا کی نسبت

$$\frac{N \times \frac{100}{77}}{\left(\frac{12}{28}\times CO\right)+\left(\frac{12}{44}\times CO_2\right)}$$ ہوگی .... (۱)

اب ایک پونڈ ایندھن میں $\frac{C}{100}$ پونڈ کاربن ہوتا ہے

لہذا ایک پونڈ ایندھن کے جلانے کے لیے ہوا کا وزن جو بہم پہنچائی گئی یہ ہے

$$\frac{C}{100}\times\frac{\frac{100}{77}\times N}{\left(\frac{12}{28}\times CO\right)+\left(\frac{12}{44}\times CO_2\right)}$$ پونڈ .... (۲)

جو ذیل کے جملہ میں تحویل ہوتا ہے۔

$$C \times \frac{N}{CO\times 33 + CO_2\times 21}$$ پونڈ

اگر CO_2 ، CO ، اور N ، حجم کے لحاظ سے دود راہی گیسوں میں کے کاربن ڈائی آکسائیڈ، کاربن مانا کسائیڈ اور نائیٹروجن کو علی الترتیب فیصد میں تعبیر کریں تو ایک پونڈ ایندھن کو جلانے کے لیے ہوا کا وزن ذیل کے جملہ سے حاصل ہوگا۔

$$\frac{C}{100}\times\frac{28\times\frac{100}{77}\times N}{\left(28\times\frac{12}{28}\times CO\right)+\left(44\times\frac{12}{44}\times CO_2\right)}$$ پونڈ

جہاں ۲۸ = N_2 اور نیز CO کا سالمی وزن

اور ۴۴ = CO_2 کا سالمی وزن

مندرجۂ بالا جملہ ذیل میں تحویل ہوگا۔

$$C \times \frac{N}{(CO + CO_2)\,33}$$ پونڈ .... (۳)

چمنی میں خارج ہونے والی دود راہی گیسوں کے ساتھ حرارت کا

نقصان - فرض کرو

نخ = دود راہی گیسوں کی حرارت نوعی (تقریباً ۲۳۸ء) یعنے مخلوط گیسوں کے اکائی وزن کی تپش میں ایک درجہ اضافہ کرنے کے لیے اوسط مطلوبہ حرارت۔

و = دود راہی گیسوں کا وزن پونڈ میں فی پونڈ ایندھن جو جلایا گیا

ت۱ = جو شارہ چھوڑنے والی دود راہی گیسوں کی تپش (فارنہیٹ)

ت۲ = جو شارہ گھر میں کی ہوا کی تپش (فارنہیٹ)

تب فرض کرکے کہ ہوا کی رسد ابتداءً گرم نہیں کی جاتی فی پونڈ ایندھن حرارت جو دود راہی گیسوں کے ساتھ لیجائی گئی

= و × نخ (ت۱ - ت۲) ب-ح-ا

(۲۳۹) یہاں پر یہ کہا جا سکتا ہے کہ ہوا کی رسد ممکنہ طور پر رطوبت سے مبرّا ہونی چاہیے اور اگر کم صرفہ سے پیرگرمائی جائے تو کفایت کا باعث ہوگا۔ اگر ہوا میں کچھ رطوبت ہو تو وہ دہکتے ایندھن میں سے گذرنے پر اپنے اجزاء ہائیڈروجن اور آکسیجن میں تحلیل ہوگی اور بھٹی کو چھوڑتے وقت پھر یہ اجزا دوبارہ مل جائینگے لیکن ان کی تپش چمنی کی اعلیٰ تپش کے مساوی ہوگی۔ جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ آبی بخارات کی تپش بڑھانے میں حرارت کا کچھ نقصان ہوگا یا دوسرے الفاظ میں اس طرح ظاہر کیا جا سکتا ہے کہ دود راہی گیسوں کی اوسط حرارت نوعی اس صورت کے بہ نسبت زیادہ ہوتی جن میں خشک ہوا استعمال کی جائے۔

۱۴۵۔ جو شارہ کو چھوڑنے والی دود راہی گیسوں کی اوسط حرارت نوعی کا حساب

اس حساب کے لیے ایندھن اور دود راہی گیسوں کی تحلیل مطلوب ہے۔ اس طریقہ کی بہترین

تشریح ایک عددی مثال کے ذریعہ ہو سکتی ہے - ذیل میں تحلیل درج ہے:-

وزن کے لحاظ سے ایندھن کی تحلیل

C	٨٧٫٣٠ فیصد
H	٠٫٦٨ فیصد
راکھ	٨٫٢٦ فیصد
دیگر اشیاء	٢٫٣٦ "

حجم کے لحاظ سے خشک دودراہی گیسوں کی تحلیل

CO_2	٩٫٨٨ فیصد
CO	٠٫٠٥ "
O_2	٩٫٨٢ "
N_2	٨٠٫٢٥ "

حساب کا پہلا عمل یہ ہے کہ خشک دودراہی گیسوں کی تحلیل جو حجم کے لحاظ سے ہے (چونکہ گیسوں کی تحلیل ہمیشہ حجم کے لحاظ سے کی جاتی ہے) اس کو بلحاظ وزن بتدیل کریں۔

ہر ایک حجمی تناسب کو اس کے متناظر سالمی وزن سے ضرب دے کر تمام حاصل ضرب کو جمع کریں اور پھر ہر ایک علٰحدہ حاصل ضرب کو مجموعہ حاصل ضرب پر تقسیم کریں تو ہر ایک موجودہ گیس کا وزنی تناسب حاصل ہو سکتا ہے۔

جزو	حجم کے لحاظ سے × سالمی وزن			وزن کے لحاظ سے
CO_2	= ٠٫٠٩٨٨ × ٤٤	= ٤٫٣٤٨	= ٠٫١٤٥	= ١٤٫٥ فیصد
CO	= ٠٫٠٠٠٥ × ٢٨	= ٠٫٠١٤	= ٠٫٠٠٠٥	= ٠٫٠٥ "
O_2	= ٠٫٠٩٨٢ × ٣٢	= ٣٫١٤٢	= ٠٫١٠٥٥	= ١٠٫٥٥ "
N_2	= ٠٫٨٠٢٥ × ٢٨	= ٢٢٫٤٧٠	= ٠٫٧٤٩	= ٧٤٫٩٠ "
جملہ		٢٩٫٩٧٤	١٫٠٠٠	١٠٠٫٠

اس لیے ۱۰۰ پونڈ خشک دودراہی گیسوں میں

$$\frac{۱۲}{۴۴} \times ۱۴٫۵ + \frac{۱۲}{۲۸} \times ۰٫۰۵$$

$$= ۳٫۹۵ + ۰٫۰۲$$

= ۳٫۹۷ پونڈ کاربن ہے

پس خشک دودراہی گیسوں کا وزن فی پونڈ خشک ایندھن

$$\frac{۰٫۸۷۳ \times ۱۰۰}{۳٫۹۷} = ۲۲٫۰$$ پونڈ ہے

(۴۴۰ لیکن ایندھن میں کی ۰٫۰۰۷۸ پونڈ ہائیڈروجن سے ۹ × ۰٫۰۰۷۸ = ۰٫۰۷۰ پونڈ بھاپ پیدا ہوتی ہے۔ پس دودراہی گیسوں کے ہر جزو کا حقیقی وزن جو ایک پونڈ خشک ایندھن سے حاصل ہوتا ہے حسب ذیل ہے۔

جزو	وزن پونڈ میں فی پونڈ خشک ایندھن جو جلایا گیا۔	ایک پونڈ دودراہی گیسوں میں ہر ایک جزو کا وزن پونڈ میں۔
CO_2	۲۲٫۰ × ۰٫۱۴۵ = ۳٫۱۹۰	۳٫۱۹۰ / ۲۲٫۰۷ = ۰٫۱۴۴۵
CO	۲۲٫۰ × ۰٫۰۰۰۵ = ۰٫۰۱۱	۰٫۰۱۱ / ۲۲٫۰۷ = ۰٫۰۰۰۵
O_2	۲۲٫۰ × ۰٫۱۰۵۵ = ۲٫۳۲۱	۲٫۳۲۱ / ۲۲٫۰۷ = ۰٫۱۰۵۲
N_2	۲۲٫۰ × ۰٫۷۴۹ = ۱۶٫۴۷۸	۱۶٫۴۷۸ / ۲۲٫۰۷ = ۰٫۷۴۶۶
H_2O	—— ۰٫۰۷۰	۰٫۰۷ / ۲۲٫۰۷ = ۰٫۰۰۳۱
	۲۲٫۰۷۰	۱٫۰۰۰۰

مندرجۂ بالا گیسوں کی حرارت نوعی مستقل دباؤ پر حسب ذیل لیجاسکتی ہیں۔

۰٫۲۱۶ = CO_2

۰٫۲۴۵ = CO

۰٫۲۱۸ = O_2

۰٫۲۴۴ = N_2

۰٫۴۸۰ = H_2O

پس دودراہی گیسوں کی اوسط حرارت نوعی یہ ہے۔

(۰٫۲۱۶ × ۰٫۱۴۴۵) + (۰٫۲۴۵ × ۰٫۰۰۵) + (۰٫۲۱۸ × ۰٫۱۰۵۲)
+ (۰٫۲۴۴ × ۰٫۷۴۲۶) + (۰٫۴۸ × ۰٫۰۰۳۱) = ۰٫۲۳۸

۱۴۶۔ حرارت جو حاصل احتراق اور فاضل ہوا لے جاتی ہے

ایک جوشارہ کے لیے حرارتی توازن بنانے کا عام طریقہ یہ ہے کہ دودراہی گیسوں میں جو حرارت کا نقصان ہوتا اس کو دو حصوں میں منقسم کرتے ہیں یعنے ایک وہ جو حاصل احتراق کے ساتھ لے جایا جاتا ہے اور دوسرا وہ جو فاضل ہوا کے ساتھ لے جایا جائے۔ اس طریقہ کی بہترین تشریح ایک مثال کے ذریعہ ہوسکتی ہے۔

مثال۔ ایک تیل جو جوشارہ کے تجربہ میں استعمال کیا گیا اس کی تحلیل حسب ذیل تھی۔

C ۸۶ فیصد، H ۱۴ فیصد۔ دودراہی گیسوں کی حجمی تحلیل یہ تھی،
CO_2 ۹٫۴ فیصد، CO ایک فیصد، O_2 ۱۰٫۱ فیصد، N_2 ۷۹٫۵ فیصد۔
فی پونڈ جلائے ہوئے ایندھن کی وہ حرارت معلوم کرو جو حاصل احتراق کے ساتھ اور نیز فاضل ہوا کے ساتھ لے جائی گئی۔ دودراہی گیسوں کی تپش ۶۰۰° ف اور رسد کی ہوا کی تپش ۶۰° ف ہے۔ کل دودراہی گیسوں کا وزن فی پونڈ ایندھن پہلے حسب ذیل حاصل کیا جاسکتا ہے۔

مساوات ۳۰ دفعہ ۱۴۴ کے استعمال سے

فی پونڈ ایندھن ہوا جو پہنچائی گئی = $C \times \frac{N}{(CO + CO_2)\,۳۳}$

= ۸۶ × ۷۹٫۵ / (۱+۹٫۴)۳۳

= ۱۹٫۹۲ پونڈ

گیسوں کا کل وزن = ۱۹٫۹۲ + ایک پونڈ ایندھن میں احتراق پذیر اجزا (۲۳۱)

= ۱+۱۹٫۹۲

= ۲۰٫۹۲ پونڈ

ہوا کی نظری اقل مقدار جو فی پونڈ ایندھن مطلوب ہے = C×۱۱٫۶ + H×۳۴٫۸ (۱) دفعہ ۱۴۲

= ۰٫۸۶×۱۱٫۶ + ۰٫۱۴×۳۴٫۸

= ۱۴٫۸۴ پونڈ

فاضل ہوا جو پہنچائی گئی = ۱۹٫۹۲ − ۱۴٫۸۴

= ۵٫۰۸ پونڈ

∴ ایک پونڈ ایندھن سے حاصل شدہ حاصل احتراق کا وزن = ۱۵٫۸۴ پونڈ = ۲۰٫۹۲ − ۵٫۰۸

اب ہم کو اس ۱۵٫۸۴ پونڈ حاصل احتراق کے ہر جزو کا وزن مطلوب ہے گیسوں کی حجمی تحلیل کو وزنی تحلیل میں تبدیل کرنے سے

جزو	حجم کے لحاظ سے	سالمی وزن		وزن کے لحاظ سے	
CO_2	۰٫۰۹۴ ×	۴۴ =	۴٫۱۳۶ =	۰٫۱۳۸ =	۱۳٫۸ فیصد
CO	۰٫۰۱۰ ×	۲۸ =	۰٫۲۸۰ =	۰٫۰۰۹ =	۰٫۹ ”
O_2	۰٫۱۰۱ ×	۳۲ =	۳٫۲۳۲ =	۰٫۱۰۸ =	۱۰٫۸ ”
N_2	۰٫۷۹۵ ×	۲۸ =	۲۲٫۲۶۰ =	۰٫۷۴۵ =	۷۴٫۵ ”
کل			۲۹٫۹۰۸	۱٫۰۰۰	۱۰۰٫۰

اب ہم کو کاربن کا تناسب مطلوب ہے جو علی الترتیب CO_2 ور CO تک جلتا ہے۔

CO_2 کے ۱۳٫۸ حصوں میں $۱۳٫۸ \times \frac{۳}{۱۱} = ۳٫۷۶$ حصے کاربن ہے

CO ״ ۰٫۹ ״ ״ $۰٫۹ \times \frac{۳}{۷} = ۰٫۳۸$ ״ ״ ״

کل ۴٫۱۴ ״ ״ ״

∴ کاربن کا تناسب جو CO_2 کی منزل تک جلا $= \frac{۳٫۷۶}{۴٫۱۴}$

״ ״ ״ CO ״ ״ ״ $= \frac{۰٫۳۸}{۴٫۱۴}$

لہذا فی پونڈ ایندھن جو جلایا گیا

CO_2 کا وزن $= \frac{۱۱}{۳} \times ۰٫۸۶ \times \frac{۳٫۷۶}{۴٫۱۴} = ۲٫۸۶$ پونڈ

CO ״ ״ $= \frac{۷}{۳} \times ۰٫۸۶ \times \frac{۰٫۳۸}{۴٫۱۴} = ۰٫۱۸$ ״

پیدا شدہ پانی کا وزن = ہائیڈروجن کا وزن × ۹

$= ۰٫۱۴ \times ۹ = ۱٫۲۶$ پونڈ

نائیٹروجن کا وزن (فرق کی رو سے) $= ۱۵٫۸۴ - (۲٫۸۶ + ۰٫۱۸ + ۱٫۲۶)$

$= ۱۱٫۵۴$ پونڈ

اس کے بعد وزن کے لحاظ سے حاصل احتراق کے ہر جزو کا تناسب مطلوب ہے۔ (۲۴۲)

$CO_2 = \frac{۲٫۸۶}{۱۵٫۸۴} = ۰٫۱۸۱$

$CO = \frac{۰٫۱۸}{۱۵٫۸۴} = ۰٫۰۱۱$

H_2O = ۱٫۲۶ / ۱۵٫۸۴ = ۰٫۰۷۹

N_2 = ۱۱٫۵۴ / ۱۵٫۸۴ = ۰٫۷۲۹

جملہ = ۱٫۰۰

پس حاصل احتراق کی اوسط حرارت نوعی

= (۰٫۱۸۱ + ۰٫۲۱۶) + (۰٫۲۴۵ × ۰٫۰۱۱) + (۰٫۴۸ × ۰٫۰۷۹) + (۰٫۲۴۴ × ۰٫۷۲۹)

= ۰٫۲۵۷۵

اس لیے حاصل احتراق کے ذریعہ حرارت جو لیجائی گئی

= ۱۵٫۸۴ × ۰٫۲۵۷۵ (۶۰۰ − ۶۰)

= ۲۲۰۲ ب - ح - ا

حرارت جو فاضل ہوا کے ذریعہ لیجائی گئی = ۵٫۰۸ × ۰٫۲۳۷۵ (۶۰۰ − ۶۰)

= ۶۵۱ ب - ح - ا

۱۴۷ - ٹھوس اور مائع ایندھنوں کی حراری قیمت

مختلف ضابطے وقتاً فوقتاً بنائے گئے جن کے ذریعہ ایندھن کی حراری قیمت اس کی کیمیائی تحلیل کی مدد سے حاصل کی جا سکتی ہے دولان کے ضابطہ میں فرض کیا گیا کہ ایندھن میں کی تمام آکسیجن پانی بنانے کے لیے اپنے وزن کے ۱/۸ گنی ہائیڈروجن کے ساتھ مل چکی ہے۔ تب احتراق کے لیے قابلِ حصول ہائیڈروجن صرف H − O/8 ہے۔ دفعہ ۱۴۲ میں کی ترقیم استعمال کرنے سے اس ضابطہ کی روسے ادنیٰ حراری قیمت یہ ہوگی

۱۴۵۴۰ C + ۶۲۰۰۰ (H − O/8) + ۴۰۰۰ ی ب-ح-ا فی پونڈ

یا ۸۰۸۰ C + ۳۴۵۰۰ (H − O/8) + ۲۲۲۰ ی م-ح-ا "

اس میں مستقل مختلف احتراق پذیر عناصر کی حراری قیمتوں کو تعبیر کرتے ہیں۔
مندرجۂ بالا ضابطہ سے جو قیمتیں حاصل ہوتی ہیں وہ مقابلۃً ان قیمتوں سے بہت کم ہوتی ہیں جو راست حرارہ پیما کے ذریعہ سے حاصل کیے جائیں شاید مفروضہ سے زیادہ ہائیڈروجن آزاد رہتی ہے۔ دوسری طرف اگر ایندھن میں کی تمام ہائیڈروجن احتراق کے لیے قابلِ حصول فرض کی جائے تو حراری قیمت جو حاصل ہوتی ہے (جبکہ مندرجۂ بالا مستقل استعمال کیے جائیں) وہ عموماً زیادہ ہوگی۔ اوپر کا ضابطہ فرض کرتا ہے کہ ایندھن میں کی موجودہ آکسیجن کی مقدار صحیح طور پر معلوم ہے۔ لیکن ایسا نہیں ہے کیونکہ یہ مقدار ہمیشہ فرق کی رو سے حاصل کی جاتی ہے جو عملاً ایک قیاسی عدد ہوتا ہے۔ جس میں تحلیل کی تمام خطائیں شامل رہتی ہیں۔
اور نیز تیل ایندھنوں میں کے ہائیڈروکاربنس کی مخلوط ترکیب کے سبب یہ ضابطہ ٹھوس اور مائع ایندھنوں کے لیے مساوی طور پر ٹھیک نہیں ہو سکتا اور اس کے علاوہ یہ خیال رہے کہ کاربن کی حراری قیمت اس کی طبعی حالت پر منحصر ہوتی ہے۔ ہیرا، سرمان، اور نقلی کاربن تمام کی حراری قیمتیں مختلف ہوتی ہیں۔
مصنف[۲] نے معلوم کیا کہ بہت سے بھاپ کوئلے جو استعمال کیے جاتے ہیں ذیل کے ضابطہ (۲۴۴

۱۴۴۰۰ C + ۵۲۲۰۰ H ب-ح-ا فی پونڈ

یا ۸۰۰۰ C + ۲۹۰۰۰ H م-ح-ا ″

سے ان کی ادنیٰ حراری قیمت اس حراری قیمت کے بہت قریب ہوتی ہے۔ جو ''بم'' حرارہ پیما سے حاصل ہوتی ہے۔ لیکن تیل ایندھن کے لیے ذیل کے ضابطہ

۱۴۵۰۰ C + ۵۲۲۰۰ H ب-ح-ا فی پونڈ

یا ۷۵۰۰ C + ۲۹۰۰۰ H م-ح-ا ″

سے تقریباً وہی حراری قیمت حاصل ہوتی ہے جو بم حرارہ پیما سے ہوتی ہے۔
کسی ٹھوس یا مائع ایندھن کی حراری قیمت صحیح طور پر صرف ایک مستند حرارہ پیما مثلاً بم حرارہ پیما کے راست تجربہ سے حاصل ہو سکتی ہے۔ مختلف ٹھوس

[۱] ملاحظہ ہو ''انجینیر'' ۱۷ر فروری سنہ ۱۹۱۱ء۔ [۲] گرفیاٹ

اور مائع ایندھنوں کی حراری قیمتیں ذیل کی جداول میں درج ہیں۔

مختلف ٹھوس ایندھنوں کی ترکیب اور حراری قیمت

ایندھن کا بیان	رطوبت فی صد	کاربن فی صد	ہائیڈروجن فی صد	آکسیجن + نائٹروجن فی صد	گندھک فی صد	اعلیٰ حراری قیمت	
						حرارے فی گرام	ب ح ا فی پونڈ
لکڑی (معمولی)	۲۸٫۹	۳۹٫۴	۴٫۶	۲۹٫۶	—	۳۳۱۰	۵۹۶۰
،، (خشک)	۶٫۹	۴۷٫۴	۵٫۶	۴۱٫۰	—	۴۴۸۰	۸۰۶۰
پیٹ (کمزور)	۲۰٫۸	۴۰٫۸	۳٫۳	۳۱٫۴	—	۳۷۷۰	۶۷۹۰
پیٹ (ہوا میں خشک کی ہوئی)	۶٫۱	۵۳٫۲	۵٫۵	۳۵٫۰	—	۵۴۹۰	۹۸۸۰
ملتہب کوئلہ (ویگان)	۰٫۶	۷۸٫۴	۵٫۱	۱۱٫۲۰	۰٫۴	۷۷۶۰	۱۳۹۷۰
ملتہب کوئلہ (اسکاچ)	۴٫۰	۷۵٫۴۲	۶٫۱۸	۹٫۹۸	۲٫۱۸	۷۵۰۰	۱۳۵۵۰
یارکشائر کا کلکی کوئلہ	۲٫۲۰	۸۴٫۱۰	۴٫۹۳	۷٫۰۰	۰٫۵۵	۷۴۲۰	۱۳۳۷۰
ڈرہیام کا کلکی کوئلہ	۱٫۱۴	۸۴٫۳۴	۵٫۳۰	۶٫۰۰	۰٫۷۸	۸۳۰۰	۱۴۸۷۰
نیوکیاسل کا بھاپ کوئلہ	۱٫۲۰	۸۱٫۳۰	۵٫۳۰	۹٫۹۰	۱٫۲۰	۸۱۶۰	۱۴۶۹۰
ڈرہیام کا بھاپ کوئلہ	۰٫۸۰	۸۱٫۵۰	۴٫۶۰	۶٫۰۰	۱٫۲۰	۷۹۷۰	۱۴۳۵۰
ویلس کا بھاپ کوئلہ	—	۸۳٫۸۰	۴٫۸۰	۵٫۶۰	۱٫۴۰	۸۰۵۰	۱۴۴۹۰
نکس کا لاحی بھاپ کوئلہ	۱٫۰۰	۸۷٫۸۰	۴٫۱۰	۵٫۰۰	—	۸۵۸۰	۱۵۴۵۰
کوئلہ ریزے	۷٫۳۰	۶۷٫۹۰	۴٫۹۰	۱۶٫۰۰	۱٫۳۰	۷۲۲۰	۱۳۰۰۰
ویلس کا انتھراسائیٹ	—	۹۱٫۵۰	۳٫۵۰	۳٫۴۰	۰٫۶۰	۸۴۶۰	۱۵۲۲۰
امریکہ کا انتھراسائیٹ	۳٫۴	۸۶٫۴۰	۲٫۰۰	۲٫۲۰	—	۷۴۸۰	۱۳۴۷۰
اوسط برطانوی کوک	۴٫۸۰	۸۸٫۴۰	۱٫۴۰	۳٫۲۷	۰٫۳۵	۷۶۰۰	۱۳۶۰۰

اعلیٰ حراری قیمتوں کا استعمال۔ حرارتی انجن کی آزمائشی رپورٹ[۱] ایندھن کے اعلیٰ تر یا مجموعی حراری قیمت کے استعمال کی پرزور سفارش کرتی ہے۔ اسکی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ ب ح ا کی وہ تعداد ہے جو ایک پونڈ ایندھن کے کامل احتراق سے پیدا ہو جبکہ تمام حاصل احتراق کو ۶۰° ف تک ٹھنڈا کیا جائے۔ احتراق پذیر مادے کی اور ہوا کی ابتدائی تپش ۶۰° ف تصور کیجائے۔ اس سے کیمیائی تحلیل کی ضرورت لاحق نہ ہوگی اور اس عدم یقین سے بھی بچ سکتے ہیں جو ادنیٰ حراری قیمت کے عام تعریفات میں لازماً موجود ہے کہ حرارت کا کونسا حصہ ناقابلِ حصول ہوتا ہے۔

مختلف مائع ایندھنوں کی ترکیب اور حراری قیمت[۲] (۲۴۴)

ایندھن کا بیان	کثافت نوعی	کاربن فیصد	ہائیڈروجن فیصد	آکسیجن + نائیٹروجن فیصد	گندھک فیصد	اعلیٰ حراری قیمت: حرارے فی گرام	اعلیٰ حراری قیمت: ب ح ا فی پونڈ
ایڈمرلٹی شین ڈیزل تیل	۰٫۸۹۶	۸۴٫۲۰	۱۲٫۲۶	۲٫۲۶	۱٫۲۸	۱۰۶۰۰	۱۹۱۲۰
سولین (ایچ - وی - او)	۰٫۸۹۰	۸۵٫۹۵	۱۳٫۵۰	—	۰	۱۰۹۰۰	۱۹۶۰۰
امریکہ کا مٹی کا تیل	۰٫۷۸۰	۸۵٫۰۵	۱۴٫۴۰	—	۰	۱۱۱۶۰	۲۰۱۰۰
امریکہ کا رائل ڈے لائیٹ	۰٫۷۹۶	۸۵٫۷۰	۱۴٫۲۰	—	۰	۱۱۱۷۰	۲۰۱۰۰
امریکہ کا پٹرول	—	۸۰٫۵۸	۱۵٫۱۰	۴٫۳۱	۰	۱۱۰۸۰	۱۹۹۵۰
روسی صاف کردہ پٹرول (باکو)	۰٫۸۲۵	۸۶٫۰۰	۱۴٫۰۰	—	—	۱۱۲۷۰	۲۰۲۹۰
امریکہ کا خام پٹرول	—	۸۶٫۹۰	۱۳٫۱۰	—	—	۱۰۹۱۰	۱۹۶۵۰
کوہ قاف کا روسی خام پٹرول (نوورو سسک)	—	۸۴٫۹۰	۱۱٫۶۳	۱٫۴۶	—	۱۰۳۳۰	۱۸۶۰۰
باکو کا بھاری تیل	—	۸۶٫۷۰	۱۲٫۹۴	۰	—	۱۰۸۰۰	۱۹۳۵۰
نفط	—	۷۵٫۵۷	۱۰٫۵۷	۳٫۹۱	—	۹۲۵۰	۱۷۶۵۰
خام روسی	۰٫۸۷۱	۸۶٫۹۰	۱۳٫۱۰	—	۰	۱۰۸۳۰	۱۹۵۰۰
خام جاوا	۰٫۸۶۷	۸۷٫۱۰	۱۲٫۷۰	—	۰	۱۰۶۵۰	۱۹۱۹۰
خام کناڈا	۰٫۸۵۹	۸۶٫۹۲	۱۲٫۸۷	—	۰٫۳۵	۱۰۸۰۰	۱۹۳۵۰
خام ٹیکساس	۰٫۹۴۷	۸۶٫۶۲	۱۱٫۸۰	—	۰٫۶۳	۱۰۵۲۰	۱۸۹۶۰
سولار تیل	۰٫۸۹۶	۸۶٫۶۱	۱۲٫۶۰	—	۰٫۳۰	۱۰۷۸۰	۱۹۴۳۰
کوئلہ کا تیل	۰٫۹۱۷	۸۳٫۲۰	۱۱٫۸۷	—	۱٫۵۶	۱۰۲۲۰	۱۸۴۱۰

۱۔ برٹش انسٹیٹیوشن آف انجینیرس اور دوسری انجمنوں کی نمائندہ کمیٹی سے حاصل کیے گئے ہیں مطبوعہ ولیم کلوز اینڈ سنس (۱۹۲۷ء)

۲۔ مصنف کے مضمون "ٹھوس اور مائع ایندھنوں کی حراری قیمت" سے دی انجینیر ۱۷ فروری ۱۹۱۱ء۔

مثال ۱۔ ایک جوشارہ کے امتحان میں خشک کوئلہ جو استعمال کیا گیا اس کی تحلیل یہ تھی۔ C ۸۳ فیصد ہائیڈروجن ۴ فیصد آکسیجن ۸ فیصد راکھ وغیرہ ۵ فیصد دود راہی گیسوں کی حجمی تحلیل یہ تھی CO_2 ۱۰ فیصد، CO ۱٫۷ فیصد، O ۸٫۱ فیصد N ۸۰٫۲ فیصد۔ دود راہی گیسوں کی تپش ۶۰۰° ف اور جوشارہ گھر کی ۸۰° ف معلوم کرو۔

(۱) کاربن کا تناسب جو CO تک جلایا گیا اور ناکمل احتراق کے سبب نقصان حرارت، متاخر الذکر کو ایندھن کی حرارت کا فیصد بتلایا جائے۔

(۲) حرارت جو دود راہی گیسوں کے ساتھ فی پونڈ کوئلہ لے جائی گئی اوسط حرارت نوعی ۰٫۲۴۔

دفعہ ۱۴۶ میں حل کی ہوئی مثال میں C کا تناسب جو CO تک جلایا گیا بلحاظ وزن گیسوں کی تحلیل سے حاصل ہوا تھا۔ حجمی تحلیل سے تناسب حسب ذیل راست حاصل کیا جا سکتا ہے۔

(۱) C بلحاظ حجم CO_2 کے دس حصوں میں

$= ۱۰ \times \frac{۱۲}{۴۴} \times$ CO_2 کا سالمی وزن

$= ۱۰ \times \frac{۱۲}{۴۴} \times ۴۴ = ۱۲۰$ حصے

C بلحاظ حجم CO کے ۱٫۷ حصوں میں

$= ۱٫۷ \times \frac{۱۲}{۲۸} \times$ CO کا سالمی وزن

$= ۱٫۷ \times \frac{۱۲}{۲۸} \times ۲۸ = ۲۰٫۴$ حصے

گیسوں میں جملہ کاربن $= ۱۲۰ + ۲۰٫۴ = ۱۴۰٫۴$ حصے

پس کاربن کا تناسب جو CO تک جلایا گیا

$= \frac{۲۰٫۴}{۱۴۰٫۴} = ۰٫۱۴۵۳$ یا ۱۴٫۵۳ فیصد

اور حرارت جو ناکمل احتراق کے سبب فی پونڈ کوئلہ ضائع گئی

$= ۰٫۸۳ \times ۰٫۱۴۵۳ (۱۴۵۴۰ - ۴۴۰۰) = ۱۲۲۳$ ب۔ح۔ا

(٢٤٥) ڈولاں[1] کے ضابطہ کی رو سے ایندھن کی حراری قیمت = ١۴٥۴٠ × ٠٫٨٣ + ٥٢٢٠٠ (٠٫٠۴ − ٠٫٠١)

= ١٢٠٦٨ + ١٥٦٦

= ١٣٦٣۴ ب۔ح۔ا فی پونڈ

تناسب نقصان جو نامکمل احتراق کے سبب عمل میں آیا۔ = ١٢٢٣ / ١٣٦٣۴ = ٠٫٠٨٩ یا ٨٫٩ فیصد۔

(٢) مساوات (٢)، دفعہ ٢۴١ کی رو سے ہوا جو فی پونڈ ایندھن پہنچائی گئی = ٨٣ × ٨٠٫٢ / ((١٫٦ + ١٠) ٣۴)

= ١٦٫٢٥ پونڈ

∴ دود راہی گیسوں کا وزن فی پونڈ ایندھن = ١٦٫٢٥ + ٠٫٩٥

= ١٨٫٢ پونڈ

حرارت جو دود راہی گیسوں کے ساتھ فی پونڈ ایندھن سے ضائع گئی = ١٨٫٢ × ٠٫٢۴ (٩٠٠ − ٨٠)

= ١٨٫٢ × ٠٫٢۴ × ٨٢٠

= ٢٢٦١ ب۔ح۔ا

مثال (٢) ایک کفایت کار کے ساتھ لنکاشائر جوشارہ کے امتحان میں حسب ذیل نتائج حاصل ہوئے:۔

دود راہی گیسوں کی حجموں کی تحلیلیں، کفایت کار میں داخل اور اس سے خارج ہوتے وقت حسب ذیل ہیں۔

[1] Dulong

	داخل ہوتے وقت	خارج ہوتے وقت
CO_2	۳ء۸ فیصد	۶ء۲ فیصد
CO	۴ء۰ "	۳ء۱ "
O	۲ء۱۱ "	۶ء۱۳ "
N	۱ء۸۰ "	۸ء۷۹ "
جملہ	۰ء۱۰۰	۰ء۱۰۰

دودراہی گیسوں کی تپش کفایت کار میں داخل اور اس سے خارج ہوتے وقت، ۶۴۲° ف اور ۴۳۵° ف۔ بھرن پانی کی تپش کفایت کار میں داخل اور اس سے خارج ہوتے وقت ۴۳° ف اور ۲۴۳° ف۔

بھرن پانی کا وزن فی گھنٹہ ۰ء۷۳ پونڈ

کوئلہ کا وزن فی گھنٹہ جو جھونکا گیا ۱۰۰۰ "

فی پونڈ خشک جھونکا ہوا ایندھن کاربن جو جلا ۷۳۵ء۰ پونڈ تھا اور دودراہی گیسوں کا وزن مع رطوبت کے جو کفایت کار میں داخل ہوئیں ۵ء۲۲ پونڈ۔

گیسوں کی اوسط حرارت نوعی ۲۵ء۰ لی جا سکتی ہے۔

فی پونڈ ایندھن جو جھونکا گیا اس کا حساب کرو

(ا) کفایت کار میں ہوا کی تراوش (رساؤ)

(ب) کفایت کار میں سے گذرنے میں گیسوں کا نقصانِ حرارت

(ج) بھرن پانی کا کسب حرارت۔ (جامعۂ لندن)

(ا) کُل ہوا فی پونڈ ایندھن } مساوات (۳)، دفعہ ۱۴۴ سے $= \dfrac{۷۹ء۸}{۳۳(۶ء۲ + ۳ء۰)} \times ۷۳ء۵$

$= ۲۷ء۳۴$ پونڈ

گیسوں کا کُل وزن جو فی پونڈ ایندھن کفایت کار سے خارج ہوتی ہیں } = ۲۷٫۳۴ + ۱ = ۲۸٫۳۴ پونڈ

∴ کفایت کار میں ہوا کی تراوش (رساؤ) = ۲۸٫۳۴ - ۲۲٫۵

= ۵٫۸۴ پونڈ

(۲۴۶) (ب) ۲۲٫۵ پونڈ گیسوں کا نقصان حرارت } = ۲۲٫۵ × ۰٫۲۵ (۶۴۲ - ۳۳۵)

= ۱۷۲۷ ب-ح-ا

(ج) تبخیر پانی فی پونڈ ایندھن = ۷۳۷۰/۱۰۰۰ = ۷٫۳۷ پونڈ

∴ پانی کا کسب حرارت = ۷٫۳۷ (۲۲۴ - ۱۳۴)

= ۷۳۶ ب-ح-ا

واضح ہو کہ ہوا کی مقدار جو کفایت کار میں سے تراوش (رساؤ) کرتی ہے، کفایت کار میں سے گزرتے وقت اس کی تپش، جوشارہ گھر کی تپش سے کفایت کار میں سے خارج ہونے والی گیسوں کی تپش تک بڑھتی ہے۔ حرارت کی مقدار جو اس غرض کے لیے استعمال ہوتی ہے ضائع جائیگی اور دود راہی گیسوں میں داخل ہوگی۔ اس طرح کفایت کار کی استعداد گھٹ جاتی ہے۔

اینٹ کے کام میں سے ہوا کی تراوش (رساؤ) کو روکنے کے لیے کفایت کار کے اطراف کی دیواریں سخت دبی ہوئی اینٹ اور سیمنٹ سے بنائی جائیں۔ اس سے بھی بہتر مجلا اینٹیں ہوتی ہیں، ان کی فاضل قیمت بہت جلد ایندھن کی کفایت سے حاصل ہو جاتی ہے۔ اگر معمولی اینٹ کا کام ہو تو اس پر مسامیت میں تخفیف کرنے کے لیے باہر کی طرف قیر یا کوئی لزج شے کا لیپ دیا جائے۔ بعض اوقات کفایت کار کو پٹواں لوہے کی کشتیوں سے گھیر دیتے ہیں۔ بیرونی اور اندرونی تختیوں کے درمیان ۲ انچ اسبسطوس رکھا جاتا ہے۔ یہ طریقہ اگرچہ قیمتی ہے لیکن حرارت کی حفاظت اور کفایت کار تک رسائی اور اس کی درستگی کی سہولتوں کے سبب زائد اخراجات کی معقول طور پر بازیابی ہو جاتی ہے[1]۔

[1] ملاحظہ ہو مصنف کی کتاب "بھاپ جوشارے" ایڈورڈ آرنالڈ۔

۱۴۸ - جوشارہ کا جھوکا — احتراق کے لیے مطلوبہ ہوا کی مقدار بہم پہنچانے کے لیے یہ ضروری ہے کہ چولھے کے اوپر اور نیچے کے دباؤں کے درمیان فرق قائم رکھا جائے۔ دباؤں کا یہ فرق جھوکا کہلاتا ہے اور ذیل کے کسی ایک کے ذریعہ پیدا کیا جا سکتا ہے۔

(ا) دود کش (طبعی جھوکا)

(ب) بھاپ کی دھار (امالی یا جبری جھوکا)

(ج) پنکھے جن کے ذریعہ گیسیں دودراہوں میں سے کھینچی جاتی ہیں (امالی جھوکا) یا ہوا دباؤ کے تحت راکھ گڑھے میں یا بند جوشارہ کمرہ میں جہاں سے ہوا کی رسد کھینچی جائے پھونکی جاتی ہے (جبری جھوکا)۔

گیسوں میں جو نظری رفتار جھونکے یا چولھے کے اوپر اور نیچے کے دباؤں کے اختلاف سے پیدا کی جاتی ہے ذیل کی مساوات سے حاصل ہو سکتی ہے۔

$$ر^{۲} = ۲ ج ل$$

جہاں ل = جھوکا دباؤ کے متناظر ہوا کے ستون کی بلندی فٹ میں۔

فرض کرو ف = جھوکا پانی کا انچ میں

تب چونکہ ایک پانی کا ارتفاع ۵٫۱۹۸ پونڈ فی مربع فٹ دباؤ کے مساوی ہے اور ایک مکعب فٹ ہوا کا وزن طبعی تپش و دباؤ پر ۰٫۰۸۰۷ پونڈ ہے

اس لیے

$$ل = \frac{۵٫۱۹۸ ف}{۰٫۰۸۰۷}$$

$$\text{اور}\quad ر^{۲} = ۲ \times ۳۲٫۲ \times \frac{۵٫۱۹۸ ف}{۰٫۰۸۰۷}$$

$$ر^{۲} = ۴۱۴۸ ف$$

$$ر = \sqrt{۴۱۴۸ ف}\ \text{فٹ فی ثانیہ} \quad ....(۱)$$

گیسوں کی حقیقی رفتار (۱) سے حاصل شدہ رفتار سے کم ہوگی کیونکہ دودراہوں (۲۴۷)
میں رگڑ کے سبب مزاحمت واقع ہوتی ہے۔

ایک دیا ہُوا جھو کا پیدا کرنے کے لیے دودکش کی مطلوبہ بلندی

فرض کرو ف = مطلوبہ جھو کا پانی کا انچ میں

ب = دودکش کی بلندی چولھے کے اوپر فٹ میں

$\text{ت}_۱$ = دودکش کے اندر کی مطلق تپش (جو مستقل فرض کی گئی)

$\text{ت}_۲$ = دودکش کے باہر کی مطلق تپش

ن = تعداد پونڈ مہیا کردہ ہوائی پونڈ ایندھن جو جلایا گیا

ق = چمنی کی عمودی تراش کا رقبہ مربع فٹ میں

تب بیرونی ہوا کے ستون کے وزن جس کا حجم دودکش کے اندر کے حجم کے مساوی ہے اور چمنی میں کے اتنے ہی حجم کی گیسوں کے وزن کا فرق جھو کے کے دباؤ کے مساوی ہوتا ہے، یعنے

ق × ب مکعب فٹ بیرونی ہوا کا وزن ـ ق × ب مکعب فٹ

دودکش میں کی گیسوں کا وزن = ۵٫۱۹۸ ف × ق

$$\left(\frac{\text{ق} \times \text{ب} \times ۰٫۰۸۰۷ \times ۴۹۲}{\text{ت}_۲}\right) - \left(\text{ق} \times \text{ب} \times \frac{\text{ن} + ۱}{\text{ن}} \times \frac{۰٫۰۸۰۷ \times ۴۹۲}{\text{ت}_۱}\right)$$

$$= ۵٫۱۹۸\ \text{ف} \times \text{ق}$$

$$\text{ب} \times ۰٫۰۸۰۷ \times ۴۹۲ \left(\frac{۱}{\text{ت}_۲} - \frac{\text{ن} + ۱}{\text{ن}} \times \frac{۱}{\text{ت}_۱}\right) = ۵٫۱۹۸\ \text{ف}$$

$$ب = \frac{5.198\,ف}{492 \times 0.0806} \times \frac{ن\,ت_1\,ت_2}{ن\,ت_1 - (ن+1)\,ت_2}$$

$$ب = 0.13\,ف \times \frac{ن\,ت_1\,ت_2}{ن\,ت_1 - (ن+1)\,ت_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

مندرجۂ بالا نظریہ میں دودکش کے اندر کی کثافت کا تغیر جو ذرا سے تخفیفِ دباؤ کے سبب عمل میں آتا ہے نظرانداز کر دیا گیا اور اس کے علاوہ حاصل احتراق کے سبب کثافت میں جو اضافہ ہوتا ہے نظرانداز کردیں اور دودکش کا مافیہ صرف کرۂ ہوائی کے دباؤ پر کی ہوا فرض کیے جائیں تو

$$ب = 0.12\,ف \times \frac{ت_1\,ت_2}{ت_1 - ت_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$\text{اور}\quad ف = \frac{ب}{0.13}\left(\frac{1}{ت_2} - \frac{1}{ت_1}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حقیقی عمل میں رگڑ کی مزاحمت جو ہوا کو اگن سلاخوں، آگ، دودراہوں اور دودکش میں سے گزرتے وقت پیش آتی ہے اس کے سبب جھونکے ف کی قیمت، مساوات (۴) سے حاصل شدہ قیمت سے کم ہو جاتی ہے اور نیز دودکش کی گیسوں کی تپش اس کی ہر فٹ بلندی کے ساتھ گھٹتی ہے۔ دوسرے الفاظ میں ایک دیے ہوئے جھونکے کو پیدا کرنے کے لئے دودکش کی مطلوبہ بلندی اس سے زیادہ ہوگی جو مساوات (۳) سے حاصل ہوتی ہے۔

امالی اور جبری جھوکا —— ایک پلانٹ جس میں میکانی جھوکا ٹھیک طور پر تجویز کیا گیا ہے اس میں کفایت بہت زیادہ ہوتی ہے چونکہ کم ہوا کے ساتھ جو فی پونڈ ایندھن مہیا کی جاتی ہے کمل احتراق ممکن ہے اور اس کے سوائے

لہ۔ عمل کی مزید تفصیل کے لیے ملاحظہ ہو مصنف کی کتاب "بھاپ، جوشارے"

گیسیں دود کش میں چھوڑے جانے کے قبل بہت کم تپش تک بہ نسبت دود کشی جھوکے
(۲۲۴) کے سرد کی جاسکتی ہیں اور مزید برآں جھوکے پر بہتر قابو رہتا ہے۔ انجن کی ب۔ا۔ط
جو پنکھے کو چلاتی ہے حسب ذیل معلوم کی جاسکتی ہے
فرض کرو حسم = ہوا یا گیسوں کا حجم مکعب فٹ جو فی منٹ پنکھے میں سے گزرتا ہے۔

ف = جھوکے کا دباؤ انچ پانی میں

ع = پنکھے کی استعداد

ن = تعداد پونڈ مہیا کردہ ہوا فی پونڈ ایندھن جو جلایا گیا

و = ایندھن کا وزن پونڈ فی ثانیہ میں

تب ب۔ا۔ط = (۱۹۸ر۵ ف × حسم) / (ع × ۳۳۰۰۰) .... (۵)

جبری جھونکوں کے ساتھ حسمِ ج = ۶۰ ن و حسم. × تج / ۴۹۲

جہاں حسم. = ایک پونڈ ہوا کا وزن طبعی تپش و دباؤ پر (۱۲٫۳۹ مکعب فٹ)
اور تج = ہوا کی مطلق تپش جو پنکھے کے ذریعہ پہنچائی گئی۔

امالی جھونکے کے ساتھ تقریباً (ن + ۱) و پونڈ دود راہی
گیسیں فی ثانیہ پہنچائی جائینگی اور ان کی کثافت ہوا کی کثافت کے مساوی فرض
کرنے سے

حسمِ د = ۶۰ (ن + ۱) و حسم. × تد / ۴۹۲

∴ (امالی جھوکے والے پنکھے کی ا۔ط) / (جبری جھوکے والے پنکھے کی ا۔ط)

= (۶۰ (ن + ۱) و حسم. × تد) / (۶۰ ن و حسم. × تج)

= (ن + ۱) / ن × تد / تج .... (۶)

اگر انیٹ کے کام میں سے جو تراوش (رساؤ) عمل میں آتی ہے اس کا لحاظ رکھا جائے تو (۶) سے حاصل شدہ نسبت میں مزید اضافہ ہوگا۔ امالی جھوکے کے سبب دودراہوں میں کی تراوش (رساؤ) کی مقدار جھوکے کی حدت اور ان ذریعوں پر منحصر ہوتی ہے جو اس کے روکنے کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ اگر انیٹ کا کام [illegible] ہوا اور کوئی خاص احتیاطیں اختیار نہ کی گئی ہوں تو مندرجہ بالا نسبت تقریباً ۴۰ فیصد بڑھ جانا چاہیے جس کے سبب امالی جھوکے والے پنکھے کی ایسی طاقت جبری جھوکے والے پنکھے کی طاقت کی دوگنی ہوگی۔

میکانی طور پر جھوکا پیدا کرنے کے فوائد مختصراً حسب ذیل ہو سکتے ہیں۔ گرمانے کی سطح کا فی مربع فٹ تبخیر میں اضافہ۔ بھٹی کی شدید تر تپشیں اور ان کے سبب استعداد میں اضافہ۔ چھوٹی دودکش استعمال کی جا سکتی ہے۔ سستا کوئلہ کفایت کے ساتھ جلایا جا سکتا ہے۔ بھاپ کی محاصل کی تنظیم بآسانی ہو سکتی ہے اور برق کے رسد گھروں، بیلن چکیوں اور جنگی جہازوں پر کی فوری ضروریات پوری کی جا سکتی ہیں۔ موسم پر انحصار کی ضرورت نہیں۔ اس انتظام میں سب سے بڑی خامی یہ ہے کہ جوشاروں سے زائد کام لینے کے سبب ان کی نگہداشت اور مرمت بڑھ جاتی ہے۔

مثال۔ پنکھے کی طاقتوں کا مقابلہ کرو جو امالی اور جبری جھوکے کے لیے صرف کی جائیں اور ذیل کی صورت میں حرارت کی مقدار کا مقابلہ کرو جو دودراہی گیسوں کے ساتھ فی پونڈ ایندھن جلایا ہوا لے جائی گئی:-

	جوشارہ چھوڑنے والی دودراہی گیسوں کی تپش ف	ہوا جو فی پونڈ ایندھن پہنچائی گئی (پونڈ)	جوشارہ گھر میں کی ہوا کی تپش ف
امالی جھوکا	۳۵۰	۱۸	۶۲
جبری جھوکا	۲۵۰	۱۸	۶۲
دودکش جھوکا	۶۰۰	۲۴	۶۲

(۲۴۹) اب جبری جھو کے والے پنکھے کے ذریعے ہوا جو پہنچائی گئی اس کی تپش

تج = ۶۲ + ۴۶۰ = ۵۲۲° مطلق

اور اعالی جھو کے والے پنکھے کے ذریعے ہوا جو پہنچائی گئی اس کی تپش

تا = ۳۵۰ + ۴۶۰ = ۸۱۰° مطلق

∴ (۲) سے (اعالی جھو کے لیے اسپی طاقت) / (جبری جھو کے لیے اسپی طاقت) = (۱ + ۱۸) / ۱۸ × ۸۱۰ / ۵۲۲ = ۱٫۶۴

دود راہوں میں جو تراوش (رساؤ) ہوتی ہے اُس کے سبب ۲۰ فیصد زائد رکھنے سے

۱٫۲ × ۱٫۶۴ = ۱٫۹۶۸ تقریباً ۲ ہوگی

دودکش جھو کے لیے تراوش ۱۵ فیصد رکھنے سے فی پونڈ ایندھن دود راہی گیسوں کے ساتھ حرارت جو لے جائی گئی اس کے سبب نقصان یہ ہوگا۔

دودکش جھو کے ساتھ = ۱٫۱۵ × ۰٫۲۳۸ × ۲۵ × (۶۰۰ − ۶۲)

= ۳۷۰۰ ب۔ح۔ا

اعالی جھو کے ساتھ = ۱٫۲ × ۰٫۲۳۸ × ۱۹ × (۳۵۰ − ۶۲)

= ۱۵۶۰ ب۔ح۔ا

جبری جھو کے ساتھ = ۰٫۲۳۸ × ۱۹ × (۳۵۰ − ۶۲)

= ۱۳۰۰ ب۔ح۔ا

واضح ہو کہ عملاً حقیقی بچت جو حاصل ہوتی ہے وہ مندرجۂ بالا اعداد سے کم ہوتی ہے۔ پنکھا چلانے کے لیے جو طاقت صرف ہوتی ہے اس کا لحاظ بھی رکھا جانا چاہیے۔

۱۴۹۔ گیسی ایندھنوں کی حراری قیمت

گیس کی حراری قیمت معلوم کرنے کے لیے وہی طریقہ استعمال ہوتا ہے جو دفعہ ۱۴۷ میں ٹھوس اور مائع ایندھنوں کے لیے دیا گیا ہے۔ حراری قیمت فی مکعب فٹ حرارت کی اُن مقداروں کا مجموعہ فرض کی جاتی ہے جو ہر ایک گیسی جزو کے احتراق سے

پیدا ہوتی ہیں۔ اس طریقہ کی تشریح ذیل کی مثال سے ہوگی۔

مثال۔ فی مکعب فٹ کوئلہ گیس کی حراری قیمت طبعی تپش و دباؤ پر معلوم کرو جس کی حجمی تحلیل یہ ہے

H = ۴۶ء۰ فیصد، CH_4 = ۲۹ء۵ فیصد

CO = ۵ء۶، N = ۰ء۵، H_2O = ۲ فیصد

ایک مکعب فٹ میں C اور H کا وزن حاصل کیا جا سکتا ہے اور تب حسب دفعہ ۱۴ حراری قیمت حاصل ہوگی یا CH_4 اور CO کی حراری قیمت معلوم کر کے اس سے گیس کی حراری قیمت حاصل کی جا سکتی ہے۔ متاخر الذکر طریقہ استعمال کرنے سے،

چونکہ کسی گیسی مرکب کی کثافت اس کے نصف سالمی وزن کے متناسب ہوتی ہے اور ہائیڈروجن کی کثافت طبعی تپش اور دباؤ پر ۰۰۵۵۹ء۰ پونڈ فی مکعب فٹ ہے تب کسی گیس کے ایک مکعب فٹ کا وزن اس کے نصف سالمی وزن × ۰۰۵۵۹ء۰ پونڈ کے مساوی ہوگا۔

پس CH_4 کی کثافت = $\frac{۴+۱۲}{۲}$ × ۰۰۵۵۹ء۰

= ۰۴۴۷۲ء۰ پونڈ فی مکعب فٹ

اور CO کی کثافت = $\frac{۱۶+۱۲}{۲}$ × ۰۰۵۵۹ء۰

= ۰۷۸۲۶ء۰ پونڈ فی مکعب فٹ

H کی ادنیٰ حراری قیمت = ۰۰۵۵۹ء۰ × ۵۲۲۰۰

= ۲۸۲ ب-ح-ا فی مکعب فٹ

طبعی تپش اور دباؤ پر

ایک مکعب فٹ CH_4 میں

C کا وزن = ۰۴۴۷۲ء۰ × $\frac{۱۲}{۱۶}$ = ۰۳۳۵۴ء۰ پونڈ

H " = ۰۴۴۷۲ء۰ × $\frac{۴}{۱۶}$ = ۰۱۱۸ء۰ پونڈ

(۲۵۰) ∴ CH₄ کے احتراق کے دوران حرارت جو پیدا ہوئی = ۵۲۲۰۰ × ۰٫۰۱۱۱۸ + ۱۴۵۴۰ × ۰٫۰۳۳۵۴

= ۵۸۳٫۶ + ۴۸۷٫۶

= ۱۰۷۱ ب-ح-ا فی مکعب فٹ طبعی تپش اور دباؤ پر

لیکن CH_4 پیدا کرنے کے لیے ۱۷۱۰۰ حرارے فی گرام سالمہ یا ۱۱۱ ب-ح-ا فی مکعب فٹ مطلوب ہیں۔ اس لیے CH_4 کے جلاتے وقت C اور H میں تحلیل ہونے کے لیے یہ مقدار جذب ہوگی۔

پس CH_4 کی ادنیٰ حراری قیمت = ۱۰۷۱ - ۱۱۱

= ۹۶۰ ب-ح-ا فی مکعب فٹ طبعی تپش اور دباؤ پر

۱ مکعب فٹ CO میں کاربن کا وزن = ۱۲/۲۸ × ۰٫۰۷۸۲۶ = ۰٫۰۳۳۵۴ پونڈ

اس لیے CO کی حراری قیمت = ۱۰۱۴۰ × ۰٫۰۳۳۵۴

= ۳۴۰ ب-ح-ا فی مکعب فٹ طبعی تپش اور دباؤ پر

لہذا کول گیس کے نمونہ کی ادنیٰ حراری قیمت

= ۳۴۰ × ۰٫۰۷۵ + ۹۶۰ × ۰٫۳۹۵ + ۲۸۲ × ۰٫۴۶

= ۲۵٫۵ + ۳۷۹٫۲ + ۱۲۹٫۷

= ۵۴۴ ب-ح-ا فی مکعب فٹ طبعی تپش اور دباؤ پر

ذیل کی جدول[1] میں چند مختلف احتراق پذیر گیسوں کی حراری قیمتیں درج ہیں

[1] گیس انجن ریسرچ کمیٹی کی تیسری رپورٹ انسٹی ٹیوشن آف میکانیکل انجینیرز کی روداد بابت ۱۹۰۵ء صفحہ ۲۶

جو پروفیسر بریسٹال نے دی ہیں :۔

گیس		حراری قیمت ب۔ح۔ فی مکعب فٹ	
		اعلیٰ قیمت	ادنیٰ قیمت
کاربن مانا کسائیڈ	CO	٣٢٨	٣٢٨
ہائیڈروجن	H_2	٣٢٤	٢٩٥ء٥
میتھین	CH_4	١٠٥٠	٩٥٢ء٩
اولیفینٹ گیس	C_2H_4	١٦٧٠	–
ٹرٹیلین	C_4H_8	٣٠٦٠	–

اعلیٰ تر حراری قیمت کا استعمال :۔ حرارتی انجن کی آزمائشی کمیٹی (ملاحظہ ہو دفعہ ۱۴۷) نے ایندھنوں کے اعلیٰ حراری قیمت کے استعمال کو بہت زیادہ ترجیح دی ہے اس کا اطلاق ٹھوس اور مائع ایندھنوں کے ساتھ ساتھ گیسی ایندھنوں پر بھی ہوتا ہے۔

مثال۔ مندرجۂ بالا حراری قیمتیں استعمال کر کے کون گیس کی حراری قیمت دریافت کرو جس کی ترکیب حجم کے لحاظ سے حسب ذیل ہے۔ CO_2 ۶ء۶۶، فیصد، CO ۲۲ء۲۷ فیصد، H_2 ۲۰ء۱۹ فیصد، CH_4 ۲ء۷۸ فیصد، O_2 ۰ء۴ فیصد، N_2 ۴۷ء۰۶ فیصد۔

کسی گیس کی حراری قیمت اس کی کیمیائی تحلیل سے معلوم کرنے کے لیے جدولی طریقہ عام طور پر سب سے آسان ہے۔ مندرجۂ بالا طریقہ کی رُو سے نتائج حسب ذیل ہیں :۔

(٢٥١)

گیس		فیصد گیس	ہر جزو کی حرارتی قیمت فی مکعب فٹ		حرارتی قیمت فی مکعب فٹ آمیزہ	
			ب-ح-ا اعلیٰ قیمت	ب-ح-ا ادنیٰ قیمت	ب-ح-ا اعلیٰ قیمت	ب-ح-ا ادنیٰ قیمت
کاربن ڈائی آکسائیڈ	CO_2	٧٫٦٦	-	-	-	-
کاربن مانا کسائیڈ	CO	٢٢٫٢٧	٣٣٨	٣٣٨	٧٥٫٢٨	٧٥٫٢٨
ہائیڈروجن	H_2	٢٠٫١٩	٣٤٤	٢٩٥٫٥	٦٩٫٤٥	٥٩٫٦٧
میتھین	CH_4	٢٫٧٨	١٠٥٠	٩٥٢٫٩	٢٩٫١٧	٢٦٫٤٧
آکسیجن	O_2	٠٫٠٤	-	-	-	-
نائیٹروجن	N_2	٤٧٫٠٦	-	-	-	-
			جملہ	-	١٧٣٫٩	١٦١٫٤

حقیقی قیمتیں جو جنکر حرارہ پیما کے ذریعہ حاصل ہوئیں

اعلیٰ قیمت ١٧٥٫٦ ب-ح-ا فی مکعب فٹ -

ادنیٰ قیمت ١٦٢٫٠ ب-ح-ا " " "

١٥٠ - کون گیس - نظریہ ــــ کون گیس تیار کرنے کے لیے ہوا (بھاپ کے ساتھ یا بغیر بھاپ کے) ایک بند کون میں کے ایندھن کے گہرے دَل میں سے بھیجی یا کھینچی جاتی ہے - جوش گیس کون میں انجن کے فشارہ کے ذریعہ ہوا کھینچی جاتی ہے - اور تمام صورتوں میں جب ایک دفعہ کون میں ایندھن جلنا شروع ہو جائے تو جزوی احتراق ہوا کی رسد کے سبب قائم رہتا ہے اور بھاپ کی تحلیل اور دوسرے تعاملوں کے لیے اعلیٰ تپش رکھی جاتی ہے -

اگر کون میں آگ کا دَل تپلا ہو تو کاربن اور ایندھن کے دوسرے

احتراق پذیر عناصر پورے طور پر مؤکسد (آکسیڈائزڈ) ہو جائینگے اور غیر احتراق پذیر گیسیں حاصل ہونے کے سبب ایندھن کے طور پر استعمال نہ ہو سکینگے۔ عملاً ایندھن کی گہرائی کئی فٹ رکھی جاتی ہے اور دہکتے کاربن کی زائد مقدار CO_2 کو جو آگ کی اس تہہ میں پیدا ہوتی ہے جہاں ہوا داخل ہوتی ہے CO میں تحویل کرتی ہے جو ذیل کی مساوات سے ظاہر ہے

(۱) $$CO_2 + C = 2CO$$

کاربن مانا کسائیڈ کاربن اور آکسیجن کے ملنے سے بھی راست پیدا ہو سکتی ہے۔ مثلاً

(۲) $$2C + O_2 = 2CO$$

یہ دونوں تعامل ایک حقیقی مکون میں عمل میں آسکتے ہیں اور اگر ہوا کو آگ کے موٹے ڈل میں گذار کر گیس بنانا ہو تو انتہائی مقصد یہ ہوتا ہے کہ کاربن صرف CO کی منزل تک مؤکسد ہو جائے۔ کاربن کے ہر پونڈ سے جو اس طرح جلایا جائے (جیسے کہ بتلایا جا چکا ہے) ۴۴۰۰ ب۔ح۔ا حاصل ہوتے ہیں اور باقی ۱۴۵۴۰ – ۴۴۰۰ یا ۱۰۱۴۰ ب۔ح۔ا اس کاربن سے حاصل ہو سکتے ہیں جو مکون گیس میں کی CO میں موجود ہے ۱۰۱۴۰ ب۔ح۔ا اس حرارت کی تقریباً ۷۰ فیصد ہے جو احتراق شروع کرتے وقت کاربن میں ہوتی ہے اور باقی ۳۰ فیصد (۴۴۰۰ ب۔ح۔ا) آگ کو روشن رکھنے اور اعلیٰ تپش قائم رکھنے میں صرف ہوتی ہے۔ یعنے اگر کوئی حرارتی نقصان نہ ہو تو مکون کی استعداد ۷۰ فیصد ہوگی۔

ایندھن کی حرارت کے ۳۰ فیصد حصہ کا کل نقصان ضروری نہیں۔ اگرچہ ایک خاص مقدار (یعنے ۸ فیصد) کا نقصان اشعاع اور ایصال کے سبب عمل میں آئیگا لیکن حرارت کا بڑا حصہ گیس کے ساتھ حسی حرارت کی طرح لیجایا جائیگا چونکہ مکون کو چھوڑتے وقت گیس اعلیٰ تپش پر رہتی ہے اور اگر گیس گرم ہی

استعمال ہو سکے تو اس حسی حرارت کا نقصان نہیں ہوگا۔ اس حسی حرارت کے سبب اعلیٰ تپش جو کون میں پیدا ہوتی ہے اگر بہت زیادہ ہو تو کھنگر کے پیدا ہونے کے سبب ہوا کا راستہ بند ہو جائیگا اور کام میں دشواریاں پیدا ہونگی۔ بہت شدید تپش کو روکنے اور کون کی استعداد بڑھانے کے لیے (یعنے ۳۰ فیصد نقصان میں تخفیف کرنے کے لیے) کچھ حسی حرارت بھاپ پیدا کرنے میں استعمال کی جا سکتی ہے جو ہوا کے ساتھ کون میں بھیجی جاتی ہے۔ اس طرح بھاپ کا عمل کاربن پر حسب ذیل ہوگا۔

$$C + H_2O = CO + H_2 \quad (۳)$$

$$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2 \quad (۴)$$

ان دونوں تعاملوں میں حرارت کی بڑی مقدار جذب ہوتی ہے، (۳) میں فی پونڈ کاربن ۴۳۰۰ ب-ح-ا تک اور (۴) میں ۲۸۲۰ ب-ح-ا- اس لیے ہر دو صورتوں میں یہ عملی فائدہ ہے کہ وہ کون کی تپش میں تخفیف کرتے ہیں اور اس کے علاوہ ہائیڈروجن کے اضافہ سے گیس کی حراری قیمت بڑھ جاتے ہیں۔

۱۸۳۲° ف (۱۰۰۰° م) سے زائد تپشوں پر تعامل (۳) کا واقع ہونا زیادہ اغلب ہے لیکن ۱۱۱۲° ف (۶۰۰° م) اور اس سے کم تپشوں پر تعامل (۴) واقع ہوگا اور ۱۱۱۲° ف اور ۱۸۳۲° ف کی تپشوں کے درمیان دونوں ساتھ ساتھ واقع ہوتے ہیں۔ کسی ایک کی زیادتی صرف تپش سے ہوتی ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ مساوات (۳) سے چونکہ نسبتہً سیر حاصل (Richer) گیس حاصل ہوتی اور حرارت بھی زیادہ جذب ہوتی ہے اس لیے عملی حالات کا لحاظ کر کے اگر کام اعلیٰ ترین تپش پر کیا جائے تو بہترین نتائج حاصل ہونگے۔

اعلیٰ ترین حراری قیمت کی گیس حاصل کرنے کے لیے بھاپ کا مطلوبہ تناسب جو استعمال کیا جاتا ہے نظری طور پر حسب ذیل حاصل کیا جا سکتا ہے لیکن عملی کاموں میں

ا۔ ملاحظہ ہو "کون گیس" از ڈائسن اینڈ لارٹر صفحہ ۵۵۔

اس پر ایندھن کی ترکیب اور نوعیت اور کھون کی جسامت کا بڑا اثر ہوتا ہے۔ یہ ۰.۵ پونڈ سے (بڑے کھونوں کے لیے) ۰.۷ پونڈ تک (چھوٹے کھونوں کے لیے) فی پونڈ کوئلہ جس سے گیس بنائی گئی بدلتی ہے۔ بہترین ایندھن کی موٹائی ٹکڑوں کی جسامت پر منحصر ہوتی ہے لیکن معمولی بے نفط (انتھراسائیٹ) کے لیے جو ٹکڑوں میں استعمال ہوتا ہے ۲ یا ۳ فٹ سے بہترین نتائج حاصل ہوسکتے ہیں جیسا کہ مسٹر الکٹ[ﮧ] مسٹر ڈاوسن اور ڈاکٹر بون اور ڈاکٹر وھیلر نے بیان کیا ہے[ﮧ۲]۔

اعظم استعداد کے لیے بھاپ کی مطلوبہ نظری مقدار فی پونڈ ایندھن ——— فرض کرو کہ (۲) اور (۳) تعاملوں پر عمل ہوتا ہے۔

(۲) .... $2C + O_2 = 2CO$

۲۴ + ۳۲ = ۵۶

(۳) .... $C + H_2O = CO + H_2$

۱۲ + ۱۸ = ۲۸ + ۲

(۲) سے ۲۴ پونڈ کاربن سے ۴۴۰۰×۲۴ = ۱۰۵۶۰۰ ب۔ح۔ا حاصل ہوتے ہیں۔

(۳) سے ۱۸ پونڈ بھاپ کا تجزیہ یا تحلیل کرنے کے لیے ۱۲ پونڈ کاربن مطلوب ہے اور یہ تعامل ۴۳۰۰×۱۲ = ۵۱۶۰۰ ب۔ح۔ا جذب کرتا ہے۔ اب کھون کو H_2O، بھاپ میں نہیں بلکہ پانی کی شکل میں بہم پہنچایا جاتا ہے

ﮧ۔ مندرجہ ذیل مضامین ملاحظہ فرمائے جائیں

جے۔ ایمرسن ڈاوسن کا مضمون "کھون گیس" انسٹی ٹیوشن آف میکانیکل انجینیرس سنہ ۱۹۰۱ء کی روئداد دوسری جلد۔
الکٹ کا مضمون "کھون گیس پر ہوا اور بھاپ کے متغیر تناسب کا اثر"۔

ﮧ۲۔ آئرن اور اسٹیل انسٹی ٹیوٹ کے رسالہ نمبر (۳) سنہ ۱۹۰۸ء صفحہ ۲۰۶

(۲۵۳) اور رسد کی تپش ۲۱۲ ف فرض کریں تو کرۂ ہوائی کے دباؤ پر ۶۲ ف کے پانی سے ایک پونڈ بھاپ پیدا کرنے کے لیے

(۲۱۲−۶۲) + ۹۷۰ = ۱۱۲۰ ب-ح-ا

مطلوب ہیں۔

اب ۱۸ پونڈ بھاپ کی تحلیل ۱۲ پونڈ کاربن سے عمل میں آتی ہے، پس اس تعامل میں

۵۱۶۰۰ + ۱۱۲۰ × ۱۸ = ۷۱۷۶۰ ب-ح-ا جذب ہونگے۔

∴ پانی کی مطلوبہ مقدار = ۱۸ × ۱۰۵۶۰۰ / ۷۱۷۶۰ = ۲۶٫۴۸ پونڈ

H_2O کے اس وزن کے لیے تعامل (۲) پر عمل کرنے سے ۲۴ پونڈ کاربن مطلوب ہوگا اور تعامل (۳) پر عمل کرنے سے ۱۲ × ۲۶٫۴۸ / ۱۸ = ۱۷٫۶۵ پونڈ مطلوب ہونگے اس طرح جملہ ۴۱٫۶۵ پونڈ۔

∴ پانی کا وزن فی پونڈ کاربن = ۲۶٫۴۸ / ۴۱٫۶۵ = ۰٫۶۳ پونڈ

اگر تعامل (۴) پر عمل کیا جائے

(۴) .... $C+2H_2O = CO_2+2H_2$

۱۲ + ۳۶ = ۴۴ + ۴

۳۶ پونڈ بھاپ کا تجزیہ کرنے کے لیے ۱۲ پونڈ کاربن مطلوب ہے۔ اور اس تعامل میں ۱۲ × ۲۸۲۰ = ۳۳۸۴۰ ب-ح-ا جذب ہوتے ہیں۔ اس میں ۶۲ ف پر کے پانی سے ۳۶ پونڈ بھاپ کی حرارتِ تبخیر جمع کریں تو کُل جذب شدہ حرارت یہ ہوگی

۳۳۸۴۰ + ۱۱۲۰ × ۳۶ = ۷۴۱۶۰ ب-ح-ا

∴ پانی کی مطلوبہ مقدار $= ۳۶ \times \frac{۱۰۵۶۰۰}{۷۴۱۲۰} = ۵۱٫۲۱$ پونڈ

اور کاربن کی متناظر مقدار

$= ۲۴ + ۱۲ \times \frac{۵۱٫۲۱}{۳۶} = ۴۱٫۰۷$ پونڈ۔

∴ پانی کا وزن فی پونڈ کاربن $= \frac{۵۱٫۲۱}{۴۱٫۰۷} = ۱٫۲۴۷$ پونڈ

ملون گیس کی تحلیل —— تعامل (۲) اور (۳) فرض کیے جائیں

(۲) سے ۲۴ پونڈ کاربن اور (۳) سے ۱۷٫۶۵ پونڈ لیں

(۲) سے ۲۴ پونڈ کاربن سے ۵۶ پونڈ CO حاصل ہوتی ہے۔

اب ایک مکعب فٹ CO کا وزن

$= ۱۴ \times ۰٫۰۰۵۵۹ = ۰٫۰۷۸۲۶$ پونڈ (دفعہ ۱۴۹)

∴ ۲۴ پونڈ کاربن سے $\frac{۵۶}{۰٫۰۷۸۲۶} = ۷۱۵$ مکعب فٹ CO طبعی تپش و دباؤ پر حاصل ہوتی ہے۔

(۳) سے ۱۷٫۰۶۵ پونڈ کاربن سے $۲۸ \times \frac{۱۷٫۰۶۵}{۱۲}$ پونڈ CO حاصل ہوتی ہے۔

$= \frac{۱۷٫۰۶۵ \times ۲۸}{۰٫۰۷۸۲۶ \times ۱۲} = ۵۲۶$ مکعب فٹ CO طبعی تپش و دباؤ پر

(۳) سے ۱۷٫۰۶۵ پونڈ کاربن سے

$۲ \times \frac{۱۷٫۰۶۵}{۱۲} \times \frac{۱}{۰٫۰۰۵۵۹} = ۵۲۶$ مکعب فٹ H طبعی تپش و دباؤ پر حاصل ہوتی ہے۔

(۱) سے کُل بہم پہنچائی ہوئی O = ۳۲ پونڈ

= $\frac{۳۲}{۱۶ \times ۰٫۰۰۵۵۹}$ = ۳۵۷ مکعب فٹ طبعی تپش دباؤ پر

اور چونکہ ہوا میں ۷۹ فیصد نائیٹروجن حجم کے لحاظ سے ہوتی ہے اس لیے (۲۵۴)

۳۵۷ مکعب فٹ O کے ساتھ بہم پہنچائی ہوئی نائیٹروجن

۳۵۷ × $\frac{۷۹}{۲۱}$ = ۱۳۴۴ مکعب فٹ طبعی تپش اور دباؤ پر ہوگی

اس لیے کُل میں

CO = ۷۱۵ + ۵۲۶ =	۱۲۴۱ مکعب فٹ =	۳۹٫۹ فیصد
H_2 =	۵۲۶ " =	۱۶٫۹ "
N_2 =	۱۳۴۴ " =	۴۳٫۲ "
جملہ =	۳۱۱۰	۱۰۰٫۰

مندرجۂ بالا تحلیل میتری نظام کی اکائیوں میں بہ آسانی کی جا سکتی ہے۔ چونکہ کسی گیس کا سالمی وزن ۲۲٫۲۵ لیتر ہوتا ہے (ملاحظہ ہو تمہید صفحہ ( )۔

(۱) سے ۲۴ گرام کاربن سے ۲ × ۲۲٫۲۵ = ۴۴٫۵ لیتر CO طبعی تپش و دباؤ پر حاصل ہوتی ہے۔

(۲) سے ۱۷٫۶۵ گرام کاربن سے ۲۲٫۲۵ × $\frac{۱۷٫۶۵}{۱۲}$ = ۳۲٫۷ لیتر CO طبعی تپش و دباؤ پر حاصل ہوتی ہے۔

(۳) سے ۱۷٫۶۵ گرام کاربن سے ۲۲٫۲۵ × $\frac{۱۷٫۶۵}{۱۲}$

= ۳۲٫۷ لیتر H_2 طبعی تپش و دباؤ پر حاصل ہوتی ہے۔

(۲) سے بہم پہنچائی ہوئی آکسیجن = ۲۲٫۲۵ لیتر

∴ بہم پہنچائی ہوئی نائیٹروجن = ۲۲٫۲۵ + $\frac{۷۹}{۲۱}$ = ۸۳٫۷ لیتر N_2 طبعی تپش و دباؤ پر

اس لیے کُل میں

CO = ۴۴٫۵ + ۳۲٫۷ = ۷۷٫۲ لیتر = ۳۹٫۹ فیصد

H_2 = ۳۲٫۶ ״ = ۱۶٫۹ ״

N_2 = ۸۳٫۷ ״ = ۴۳٫۲ ״

جملہ ۱۹۳٫۶ ״ = ۱۰۰٫۰ ״

اس لیے گیس کی ادنیٰ حراری قیمت فی مکعب فٹ طبعی تپش و دباؤ پر یہ ہوگی۔

CO = ۰٫۳۹۹ × ۳۴۰ = ۱۳۵٫۶ ب-ح-ا

H_2 = ۰٫۱۶۹ × ۲۸۲ = ۴۷٫۶

جملہ ۱۸۳٫۲ ب-ح-ا فی مکعب فٹ۔

امثلہ نمبری (۱۱)

(۱) ایک کوئلہ کی تحلیل وزن کے لحاظ سے یہ ہے C ۸۰ فیصد، H_2 ۵ فیصد، S ۰٫۵ فیصد۔ ایک پونڈ کوئلہ کے مکمل احتراق کے لیے ہوا کی کتنی نظری مقدار مطلوب ہوگی۔ اگر فی پونڈ کوئلہ ۲۰ پونڈ ہوا پہنچائی جائے اور احتراق مکمل ہو تو دود راہی گیسوں کی تحلیل وزن کے لحاظ سے بتلاؤ۔

(۲) ایک مکون گیس کی تحلیل حجم کے لحاظ سے حسب ذیل ہے۔ H_2 ۱۸٫۷۳ فیصد، CO ۲۵٫۰۷ فیصد، CO_2 ۵٫۲ فیصد، N_2 ۵۱ فیصد۔ ایک مکعب فٹ گیس کے کامل احتراق کے لیے ہوا کی اقل مقدار کتنی مطلوب ہوگی۔ احتراق کے بعد حجم کا فیصد سکڑاؤ اور حاصل احتراق کی ترکیب معلوم کرو۔

(۳) ایک جوشارہ کے امتحان میں ایندھن کی (وزن کے لحاظ سے) تحلیل یہ تھی C ۸۸ فیصد، H_2 ۳٫۶ فیصد، O_2 ۴٫۸ فیصد، راکھ ۳٫۶ فیصد اور خشک دود راہی گیسوں کی حجمی تحلیل یہ ہے CO_2 ۱۰٫۹ فیصد، CO ۰٫۰ فیصد، O_2 ۷٫۱ فیصد، N_2 ۸۱ فیصد

دودراہی گیسوں کی اوسط حرارت نوعی معلوم کرو اور دودراہی گیسوں کے ساتھ فی پونڈ ایندھن جو جلایا گیا کتنی حرارت کی مقدار لیجائی جائیگی اگر گیسوں کی تپش ۵۵۰° ف اور جوشارہ گھر میں ہوا کی تپش ۵۰° ف ہو۔

(۴) ایک جوشارہ کے امتحان میں دودراہی گیسوں کی حجمی تحلیل یہ تھی CO_2 ۱۰ء۵ فیصد، CO ایک فیصد، O_2 ۸ فیصد، N_2 ۸۰ء۵ فیصد، اور کوئلہ جو جلایا گیا اس کی تحلیل یہ ہے C ۸۲ فیصد، H_2 ۴ء۲ فیصد، O_2 ۴ء۸ فیصد، دوسرے اشیاء ۹ فیصد توازن حرارت میں فی پونڈ کوئلہ ذیل کے اجزا معلوم کرو، دودراہی گیسوں کی تپش ۶۰۰° ف (۲۵۵)
ور رسد کی ہوا کی تپش ۶۰° ف:-

(ا) حرارت جو حاصل احتراق کے ساتھ لیجائی گئی اوسط حرارتِ نوعی ۰ء۲۴۔

(ب) حرارت جو مزید ہوا کے ساتھ لیجائی گئی اوسط حرارتِ نوعی ۰ء۲۳۸۔

(ج) ناکمل احتراق کے سبب حرارت کا نقصان

(۵) ایک جوشارہ کے امتحان میں خشک کوئلہ جو جلایا گیا اس کی تحلیل یہ تھی C ۸۵ فیصد، H_2 ۴ فیصد، O_2 ۶ فیصد، راکھ وغیرہ ۵ء۴ فیصد، دودراہی گیسوں کی تحلیل وزن کے لحاظ سے یہ تھی CO_2 ۱۱ فیصد، CO ۱ء۵ فیصد، O_2 ۷ء۱ فیصد، N_2 ۸۰ء۴ فیصد۔ جوشارہ چھوڑنے والی دودراہی گیسوں کی تپش ۶۰۰° ف، جوشارہ گھر کی تپش ۶۰° ف۔ فی پونڈ کوئلہ حسب ذیل معلوم کرو۔

(ا) کاربن کا تناسب جو CO تک جلایا گیا اور اس ناکمل احتراق کے سبب نقصانِ حرارت جو ایندھن کی قابل حصول حرارت کے فیصد میں ظاہر کی جائے۔

(ب) حرارت جو دودراہی گیسوں کے ساتھ فی پونڈ جلایا ہوا کوئلہ لے جائی گئی، دودراہی گیسوں کی اوسط حرارت نوعی ۰ء۲۴ لی جائے۔

(۶) بابک اور ولکاکس جوشارہ کے امتحان میں جس کے ساتھ ایک کفایت کار لگا ہوا ہے اس میں داخل ہونے والی اور خارج ہونے والی گیسوں کی حجمی تحلیل حاصل کی گئی۔

	خارج ہونے والی	داخل ہونے والی
CO_2	۹ء۷ فیصد	۸ء۳ فیصد
CO	صفر	صفر

	خارج ہونے والی	داخل ہونے والی
O_2	۱۱ء۵ فیصد	۱۱ء۴ فیصد
N_2	۸۰ء۵۶ ″	۸۰ء۵۳ ″

دودراہی گیسوں کی تپشیں کفایت کار میں داخل ہوتے وقت اور خارج ہوتے وقت ۳۵۰°ف اور ۸۰۰°ف علی الترتیب تھیں، پانی کی تپش اسمیں داخل ہوتے وقت اور خارج ہوتے وقت علی الترتیب ۵۰°ف اور ۱۵۰°ف تھی۔ بھرن پانی کا وزن فی گھنٹہ ۱۰۰۰۰ پونڈ اور کوئلہ جو استعمال کیا گیا اس کا وزن فی گھنٹہ ۱۰۶۰ پونڈ۔ ایک پونڈ کوئلہ میں کاربن ۰ء۸ پونڈ۔ گیسوں کی اوسط حرارتِ نوعی ۰ء۲۵ فرض کر کے معلوم کرو فی پونڈ کوئلہ جو جلایا گیا۔

(ا) کفایت کار میں ہوا کی تراوش (رساؤ)

(ب) کفایت کار میں سے گزرنے میں گیسوں کی حرارت کا نقصان

(ج) بھرن پانی کی کسب حرارت۔

(۷) $\frac{5}{8}$ انچ پانی کا جھوکا پیدا کرنے کے لیے دودکش کی اقل بلندی معلوم کرو اگر فی پونڈ ایندھن ۲۴ پونڈ ہوا پہنچائی جائے، دودکش میں گیسوں کی اوسط تپش ۶۰۰°ف اور بیرونی ہوا کی تپش ۸۰°ف ہے۔

(۸) انجن کی ب۔ ا۔ ط معلوم کرو جو ایک

(ا) امالی جھوکے کا پنکھا

(ب) جبری جھوکے کا پنکھا

چلانے کے لیے مطلوب ہے اور جس کے ذریعہ ۲ انچ پانی کا جھوکا ذیل کے حالات کے تحت قائم رکھا جاتا ہے۔

ہر ایک صورت میں جوشارہ چھوڑنے والی دودراہی گیسوں کی تپش ۴۰۰°ف، اور جوشارہ گھر میں ہوا کی تپش ۷۰°ف۔ ہر ایک صورت میں فی پونڈ ایندھن ۱۸ پونڈ ہوا پہنچائی گئی ہر صورت میں کوئلہ جو جلایا گیا ۲۰۰۰ پونڈ۔

اینٹ کے کام میں سے ہوا کی تراوش (رساؤ) کا اثر نظر انداز کر دیا جائے اور پنکھے کی استعداد ۸۰ فیصد لی جائے۔

(۹) ایک کوئلہ گیس کی تحلیل حجم کے لحاظ سے حسب ذیل تھی۔

H_2 ۴۷ فیصد، مارش گیس CH_4 ۳۹٫۵ فیصد، اولیفنٹ گیس C_2H_4 ۲٫۵۳ فیصد، ٹٹرالین C_4H_8 ۱٫۳۷ فیصد، CO ۵٫۰ فیصد، N_2 ۰٫۵ فیصد، آبی بخارات H_2O ۲ فیصد معلوم کرو۔

(ا) ایک مکعب فٹ گیس کے مکمل احتراق کے لیے ہوا کا کتنا حجم مطلوب ہوگا۔

(ب) فی مکعب فٹ اعلیٰ حراری قیمت ب۔ح۔ا میں

(ج) فی مکعب فٹ ادنیٰ حراری قیمت ب۔ح۔ا میں مندرجۂ بالا اجزا کی حراری قیمتیں وہی فرض کی جائیں جو صفحہ ۴۲۹ پر کی جدول میں درج ہیں۔

(۱۰) ایک گیس انجن کے امتحان میں جو گیس استعمال کی گئی اس کا امتحان جنکر حرارہ پیما کے ذریعہ کیا گیا۔ نتائج حسب ذیل ہیں۔

گیس جو حرارہ پیما میں جلائی گئی	۲٫۱۳ مکعب فٹ
گیس کا دباؤ جو بہم پہنچائی گئی	۲٫۱ انچ پانی
بار پیما	۲۹٫۹۲ " پارہ
گیس کی تپش	۵۳° ف (۱۱٫۷° م)
پانی کا وزن جو گیس سے گرم کیا گیا	۵۰٫۳ پونڈ
پانی کی تپش درآمد پر	۴۷٫۶° ف (۸٫۷° م)
" " برآمد پر	۷۲٫۳° ف (۲۲٫۴° م)
امتحان کے دوران میں تکثیف شدہ بھاپ	۰٫۱۱۶ پونڈ

فی مکعب فٹ اعلیٰ اور ادنیٰ حراری قیمتیں ۶۰° ف (۱۵٫۶° م) تپش پر اور بارپیمائی (۲۵۱)
دباؤ ۳۰ انچ پارہ پر معلوم کرو (پارہ کی کثافت نوعی ۱۳٫۶)

(۱۱) ایک تیل انجن کے امتحان میں جو تیل استعمال کیا گیا اس کا امتحان مہلر کوک بم حرارہ پیما سے کیا گیا اور نتائج حسب ذیل حاصل ہوئے۔

تیل کا وزن جو لیا گیا	۱٫۰۹۰ گرام
پانی کا کُل وزن حرارہ پیما کے آب مساوی کو ملا کر	۲۸۰۰ "
پانی کی تپش میں تصحیح شدہ اضافہ	۴٫۲۶° م

تیل کی اعلیٰ حراری قیمت معلوم کرو۔

(۱۲) چوس گیس کموں کی اعظم استعداد، پیدا شدہ گیس کی ترکیب، اور اس کی حراری قیمت فی مکعب فٹ معلوم کرو یہ فرض کرکے کہ ایندھن کاربن ہے اور صرف ہوا اس میں سے گذاری جاتی ہے۔ ایک پونڈ ہائیڈروجن ۱۷۸۰۸ مکعب فٹ میں سماتی ہے، کاربن مانا کسائیڈ کی حراری قیمت ۴۳۴۲ ب-ح-۱ (۱۹۰۵۲ م-ح-أ) فی مکعب فٹ ہے اور ایک پونڈ کاربن کی حراری قیمت ۱۴۵۴۴ ب-ح-۱ (۸۰۸۰ م-ح-۱)۔ ہوا کے ساتھ اگر بھاپ بھی داخل کی جائے تو اس کا اثر (ا) کام پر (ب) کموں کی استعداد پر کیا پڑتا ہے۔

(۱۳) کموں گیس کی حجمی تحلیل جو ایک انجن میں استعمال کی گئی یہ ہے CO_2 ۶۶۹۶ فیصد، CO ۲۲۶۲۶ فیصد، H_2 ۲۰۶۱۹ فیصد، CH_4 ۲۶۷۷۸ فیصد، N_2 ۴۷۶۱ فیصد اخراجی گیسوں میں حجم کے لحاظ سے ۱ فیصد آکسیجن تھی یقینی مقدار ہوا کی فی مکعب فٹ گیس جو پہنچائی گئی معلوم کرو اور انجن کے استوانہ میں احتراق کے سبب حجم کا سکڑاؤ بھی معلوم کرو۔

(۲۵۷)

بارہواں باب

انتقال حرارت

۱۵۱- چپٹی تختیوں میں سے انتقال —— لامتناہی

رقبہ والی ایک چپٹی تختی کے مقابل رُخ دو مختلف مستقل تپشوں پر رکھے جائیں تو حرارت کی مقدار جس کا ایصال تختی میں سے ہوگا

$$ح = م \times \frac{ت_۱ - ت_۲}{لا}$$ ب۔ح۔ا فی مربع فٹ فی گھنٹہ ......(۱)

جہاں ت۱ اور ت۲ تختی کے دونوں رخوں کی تپشوں (°ف) کو تعبیر کرتے ہیں لا تختی کی موٹائی انچ میں اور م تختی کی حراری موصلیت یعنے ب۔ح۔ا کی تعداد جو فی گھنٹہ ایک مربع فٹ تختی میں سے گذرتی ہے جس کی موٹائی ایک انچ ہے اور جس کے رخوں کی تپش میں ۱° ف کا مستقل فرق رہتا ہے اس مستقل کی قیمت پٹواں لوہے اور نرم فولاد کے لیے ۴۵۰ ہے۔

فرض کرو ۰٫۵ انچ موٹی فولادی تختی کے رخ کی تپش ۱۵۰۰° ف ہے

جو گیس کی جانب ہے اور جو رُخ پانی کے جانب ہے اس کی تپش ۳۰۰ ف
تب مندرجۂ بالا ضابطہ سے

$$ح = ۴۵۰ \times \frac{۱۵۰۰ - ۳۰۰}{۰٫۱۵}$$

$= ۹۹۰۰۰$ ب۔ح۔ا فی مربع فٹ فی گھنٹہ

اس کو ایک جوشارہ کی گرمانے کی سطح کے لیے استعمال کریں تو معادل تبخیر
۲۱۲° ف سے [illegible] ہوگی

$$\frac{۹۹۰۰۰}{۹۶۶} = ۱۰٫۲۰$$ پونڈ فی مربع فٹ فی گھنٹہ۔

اب حقیقی عمل میں اوسط تبخیر تقریباً صرف ۵ پونڈ کی حاصل ہوتی ہے جو ۵۰۰۰ ب۔ح۔ا فی مربع فٹ فی گھنٹہ کے انتقال کے متناظر ہے اور اس کو حاصل کرنے کیلیے تختی کے دونوں رخوں کی تپش میں تقریباً ۵٫۵ ف کا فرق ہونا چاہیے۔ اس سادہ ضابطہ کے استعمال میں دقت یہ ہے کہ تختی کے دونوں رخوں کی تپشیں غیر معین ہوتی ہیں اور تپش کا ارتفاع تختی کے رخوں کے درمیان، گرم گیسوں اور پانی کی تپش کے اختلاف کے بہ نسبت بہت کم ہوتا ہے۔

کئی امتحانات کے نتائج سے رینکن نے حرارت کی منتقلی فی مربع فٹ فی گھنٹہ کے لیے ذیل کا امتحانی ضابطہ اخذ کیا ہے۔

$$ح = \frac{(ت_۱ - ت_۲)^۲}{ا}$$ ب۔ح۔ا فی مربع فٹ فی گھنٹہ ...... (۲)

جہاں ا ایک مستقل ہے جو ۱۶۰ سے ۲۰۰ تک جوشارہ کی طرز کے لحاظ سے بدلتا ہے۔ $ت_۱$ اور $ت_۲$ گیسوں اور پانی کی تپشیں علی الترتیب ہیں۔

(۲۵۸) ا = ۲۰۰ لے کر اس ضابطہ کو مندرجہ بالا صورت میں استعمال کرنے سے

$$ح = \frac{(۱۵۰۰ - ۳۰۰)^۲}{۲۰۰}$$

$= ۷۲۰۰$ ب۔ح۔ا فی مربع فٹ فی گھنٹہ

اب اگر اس نتیجہ کے ساتھ (۱) استعمال کیا جائے تو

$$\frac{۴۵۰\,(ت_۱ - ت_۲)}{.۱۵} = ۶۰۵۰$$

یا $ت_۱ - ت_۲ = ۲ء۰۲^\circ$ [?] ف

پانی کے طرف والی تختی کے رخ کی تپش پانی کی تپش سے بہت زیادہ نہیں ہوگی۔ فرض کردہ ۴۴۰° ف ہے تب گیس کے طرف کے رخ کی تپش مندرجۂ بالا نتیجہ کے مطابق ۴۴۲ء۰۲° [?] ف یا ۴۴۰° ف ہوگی۔ اور گرم گیسوں اور تختی کے درمیان تپش کا تنزل ۱۵۰۰ — ۴۴۰ = ۱۰۶۰° ف ہوگا۔ اس کی تصدیق مسٹر ہڈسن[ا] اور سر جان ڈرسٹن[ب] کے امتحانات کے نتائج سے ہوتی ہے اور ان سے معلوم ہوتا ہے کہ جو شارہ کی گرمانے کی سطح کے رخوں کے درمیان حقیقی تپش کا ارتفاع گیسوں اور پانی کی تپش کے اختلاف کے بہ نسبت نہایت ہی کم ہوتا ہے۔

۱۵۲۔ گرمانے کی سطح کی استعداد — ایسی صورت پر غور کرو جس میں گیسیں ایک استوانہ نما نلی میں سے گذرتی ہیں جس کا قطر ق اور لانبائی ل ہے اور پانی سے گھری ہوئی ہے۔

فرض کرو

$ت_۱$ = نلی میں داخل ہونے والی گیسوں کی مطلق تپش

$ت_۲$ = نلی کو چھوڑنے والی " " "

ط = پانی کی تپش مطلق

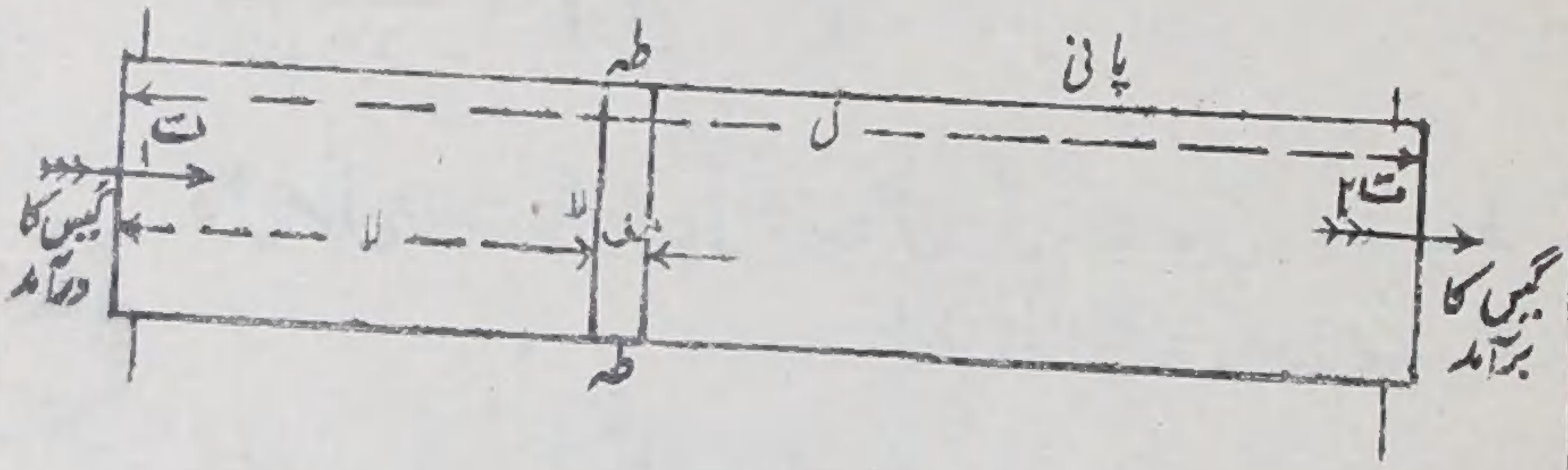
و = نلی میں سے فی ثانیہ گذرنے والی گیسوں کا وزن

نح = گیسوں کی حرارت نوعی۔

ا۔ انجنیر جلد ۷، صفحہ ۵۲۳ سنہ ۱۸۹۰ء

ب۔ ٹرانس انسٹی ٹیوشن آف نیول ارکیٹیکچر جلد ۳۴ صفحہ ۱۳۰ سنہ ۱۸۹۸ء۔

فرض کرو نلی کے درآمد سرے سے (شکل ۱۲۲) لا فاصلہ پر گیسوں کی
مطلق تپش ت ہے جو نلی کے تھوڑے فاصلہ مف لا تک مستقل رہتی ہے۔
تب اگر م نلی میں سے منتقل ہونے والی حرارت فی مربع فٹ فی ثانیہ فی درجہ تپش کا



شکل ۱۲۲-

اختلاف دونوں رخوں کے درمیان ہو تو یہ فرض کرنے سے کہ منتقلہ حرارت تختی کے دونوں رخوں کی تپش کے اختلاف کے متناظر ہوتی ہے

$$-\text{و خ مف ت} = \text{م}\,(\text{ت} - \text{ط})\,\pi\,\text{ق مف لا} \quad \ldots\ldots(۱)$$

جہاں مف ت = نلی میں مف لا فاصلہ حرکت کرنے میں گیسوں کی تپش کا تنزل

$$\therefore \frac{\text{مف ت}}{\text{ت} - \text{ط}} = -\frac{\text{م}\,\pi\,\text{ق}}{\text{و خ}}\cdot\text{فرلا} \qquad (۲۵۹)$$

$$\text{یا} \quad \frac{\text{فرت}}{\text{ت} - \text{ط}} = -\frac{\text{م}\,\pi\,\text{ق}}{\text{و خ}}\cdot\text{فرلا} \quad \ldots\ldots\ldots(۲)$$

(۲) کو تکمل کرنے سے

$$\int_{\text{ت}_1}^{\text{ت}_2} \frac{\text{فرت}}{\text{ت} - \text{ط}} = -\int_{0}^{\text{ل}} \frac{\text{م}\,\pi\,\text{ق}}{\text{و خ}}\,\text{فرلا}$$

$$\text{لوک}_{\text{و}} \frac{\text{ت}_۲ - \text{طہ}}{\text{ت}_۱ - \text{طہ}} = - \frac{\text{م}\,\pi\,\text{ق}}{\text{و نخ}} \times \text{ل} \qquad (۳)$$

$$\frac{\text{ت}_۲ - \text{طہ}}{\text{ت}_۱ - \text{طہ}} = \text{و}^{-\frac{\text{م}\,\pi\,\text{ق}}{\text{و نخ}} \times \text{ل}} \qquad (۴)$$

قابل حصول حرارت جو نل میں فی ثانیہ داخل ہوتی ہے = نخ و (ت۱ - طہ)

" " " خارج ہوتی ہے = نخ و (ت۲ - طہ)

$$\therefore \text{استعداد} = \frac{\text{و نخ}(\text{ت}_۱ - \text{ت}_۲)}{\text{و نخ}(\text{ت}_۱ - \text{طہ})}$$

$$= \frac{\text{ت}_۱ - \text{ت}_۲}{\text{ت}_۱ - \text{طہ}} \qquad (۵)$$

$$= ۱ - \frac{\text{ت}_۲ - \text{طہ}}{\text{ت}_۱ - \text{طہ}} \qquad (۶)$$

(۴) کو (۶) میں درج کرنے سے

$$\text{استعداد} = ۱ - \text{و}^{-\frac{\text{م}\,\pi\,\text{ق}}{\text{و نخ}} \times \text{ل}} \qquad (۷)$$

(۷) سے ہم دیکھتے ہیں کہ نل کی دی ہوئی لانبائی کے لیے اور فی ثانیہ گزرنے والی گیسوں کے دیے ہوئے وزن کے لیے قطر کے گھٹنے سے استعداد گھٹتی ہے۔

مساوات (۷) گیسوں کی رفتار کے رقوم میں حسب ذیل ظاہر کی جا سکتی ہے۔

فرض کرو ر = گیسوں کی رفتار

ف = گیسوں کی کثافت

تب $و = ر \frac{\pi\, ق^{2}}{۴} \times ف$

اور $\frac{م\, \pi\, ق}{و\, خ} \times ل = \frac{۴\, م}{خ\, ر\, ق\, ف} \times ل$

پس استعداد $= ۱ - و^{-\frac{۴\, م}{خ\, ر\, ق\, ف} \times ل}$ .... (۸)

دیے ہوئے قطر اور نلی کی لانبائی کے لیے (۸) سے ظاہر ہے کہ رفتار کے بڑھنے سے استعداد گھٹتی ہے۔ یہ (۷) سے بھی واضح ہے چونکہ نلی میں سے گذرنے والی گیسوں کے دیے ہوئے وزن کے لیے قطر کے گھٹانے سے رفتار بڑھتی ہے۔ اگرچہ اس نتیجہ کی تصدیق تجربہ سے نہیں ہوئی۔ برخلاف اس کے رفتار کے بڑھنے سے انتقال حرارت بھی بڑھتا ہے اور چھوٹی نلیاں بہ نسبت بڑی نلیوں کے زیادہ استعداد والی ہوتی ہیں (ملاحظہ ہو دفعات ۱۵۶ اور ۱۵۸)۔

(۲۶۰) وہ صورت جبکہ منتقلہ حرارت تپش کے اختلاف کے مربع کے متناسب ہو

اس صورت میں

فرض کرو $ت_{۱}$ = نل میں داخل ہوتے وقت گیسوں اور پانی کی تپش کا اختلاف۔

$ت_{۲}$ = نل سے خارج ہوتے وقت گیسوں اور پانی کی تپش کا اختلاف۔

ت = نل کے درآمد سرے سے لا فاصلہ پر گیسوں اور پانی کی تپش کا اختلاف۔

تب

$- و\, خ\, مف\, ت = م\, ت^{2}\, \pi\, ق\, مف\, لا$ .... (۹)

$$-\frac{\text{فرت}}{\text{ت}^{2}} = +\frac{\text{م}\,\pi\,\text{ق}}{\text{وخ}}\ \text{فرلا}$$

$$\therefore\ \int_{\text{ت}_1}^{\text{ت}_2} -\frac{\text{فرت}}{\text{ت}^{2}} = \int_{0}^{\text{ل}} \frac{\text{م}\,\pi\,\text{ق}}{\text{وخ}}\ \text{فرلا}$$

$$\frac{1}{\text{ت}_2} - \frac{1}{\text{ت}_1} = \frac{\text{م}\,\pi\,\text{ق}\,\text{ل}}{\text{وخ}}$$

نل کا اندرونی رقبہ $\text{م}\,\pi\,\text{ق}\,\text{ل} = 1$ لکھنے سے

$$\frac{1}{\text{ت}_2} - \frac{1}{\text{ت}_1} = \frac{\text{م}}{\text{وخ}} \qquad \text{.........(۱۰)}$$

جس سے
$$\frac{\text{ت}_2}{\text{ت}_1} = \frac{1}{1 + \frac{\text{م}\,\text{ت}_1}{\text{وخ}}}$$

قابل حصول حرارت جو نل میں فی ثانیہ داخل ہوتی ہے $= \text{وخ}\,\text{ت}_1$

قابل حصول حرارت جو نل میں سے فی ثانیہ خارج ہوتی ہے $= \text{وخ}\,\text{ت}_2$

$$\therefore\ \text{استعداد} = \frac{\text{وخ}(\text{ت}_1 - \text{ت}_2)}{\text{وخ}\,\text{ت}_1}$$

$$= 1 - \frac{\text{ت}_2}{\text{ت}_1} \qquad \text{.........(۱۱)}$$

(۱۱) میں (۱۰) درج کرنے سے

$$\text{استعداد} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{\text{م}\,\text{ت}_1}{\text{وخ}}}$$